

Treball de Fi de Grau

Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials

**Sensorització de serveis públics amb Internet of Things
en un municipi rural**

MEMÒRIA

Autor: Pere Herraiz i Victor Llonch
Director: Emilio Hernandez Chiva
Convocatòria: Setembre 2017



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona



Resum

L'objectiu d'aquest projecte és estudiar i analitzar cinc propostes de sensorització de serveis públics mitjançant la tecnologia d'Internet of Things. L'escenari a estudiar serà un municipi rural, concretament Castellolí.

Aquestes propostes pretenen abordar problemes d'àmbit social i mediambiental i monitoritzar les dades recollides. D'aquesta manera es podrà fer un anàlisi acurat per així atacar el problema amb les eines necessàries.

La base d'aquest projecte són els dispositius i la tecnologia emprada en cada situació. S'ha triat una única empresa subministradora de mòduls d'internet per tal de poder centralitzar totes les dades en una única plataforma digital, tenint així un control integral i eficaç de totes les propostes simultàniament.

Sumari

RESUM	1
SUMARI	2
1. GLOSSARI	5
2. PREFACI	7
2.1. Origen del projecte	7
2.2. Motivació	7
2.3. Objectius	7
2.4. Abast	8
3. LLISTAT DE TAULES I FIGURES	9
3.1. Llistat de taules	9
3.2. Llistat de figures	9
4. TECNOLOGIES DE COMUNICACIÓ	13
4.1. Xarxes de comunicació	13
4.2. Internet of Things	15
4.2.1. Internet of Things al món	15
4.2.2. Castellolí com a Smart Village	16
4.3. SIGFOX	17
4.3.1. SIGFOX al món	17
4.3.2. Funcionament de la xarxa	18
4.4. DISPOSITIUS	19
4.4.1. Dispositius TELECOM Design	19
4.4.2. Estructura interna del TD1204	21
4.4.3. Estructura interna del TD1205P	23
4.4.4. Sensors externs	27
4.5. Monitorització i gestió de dades	28
4.5.1. Paquet SDK	28
4.5.2. Comandes AT	29
4.6. Sistemes d'alimentació	34
4.6.1. Bateria o pila	35
4.6.2. Placa solar fotovoltaica	35
5. LLISTAT DE PROPOSTES DE SENSORITZACIÓ DE SERVEIS PÚBLICS	36

5.1.	Alarma antirobatoris	36
5.2.	Prevenició d'incendis	36
5.3.	Control de la violència de gènere	36
5.4.	Botó d'emergència per la tercera edat.....	36
5.5.	GEO localització	37
6.	ALARMA ANTIROBATORIS	38
6.1.	Estudi de la problemàtica.....	38
6.2.	Estudi de mercat	39
6.2.1.	Dades històriques	39
6.2.2.	Mercat actual	42
6.3.	Debilitats del mercat actual	44
6.4.	Solució proposada	46
6.4.1.	Variables a analitzar	46
6.4.2.	Tecnologia utilitzada	47
7.	PREVENCIÓ D'INCENDIS	49
7.1.	Descripció de la problemàtica.....	49
7.2.	Estudi de mercat	50
7.2.1.	Dades històriques	50
7.2.2.	Mercat actual	51
7.3.	Solució proposada	56
7.3.1.	Variables a analitzar	56
7.3.2.	Tecnologia i sensors.....	56
8.	CONTROL DE LA VIOLÈNCIA DE GÈNERE	60
8.1.	Estudi de la problemàtica.....	60
8.2.	Estudi de mercat	61
8.2.1.	Dades històriques	61
8.2.2.	Mercat actual	64
8.3.	Solució proposada	66
8.3.1.	Variables a analitzar	66
8.3.2.	Tecnologia utilitzada	67
9.	BOTÓ D'EMERGÈNCIA PER TERCERA EDAT	69
9.1.	Descripció de la problemàtica.....	69
9.2.	Estudi de mercat	69
9.3.	Solució proposada	72
9.3.1.	Variables a analitzar	72
9.3.2.	Tecnologia utilitzada	72

9.4. Prototip.....	75
10. GEO LOCALITZACIÓ	76
10.1. Estudi de la problemàtica	76
10.2. Estudi de mercat.....	76
10.2.1. Dades històriques	76
10.2.2. Mercat actual	80
10.3. Solució proposada.....	83
10.3.1. Variables a analitzar	83
10.3.2. Tecnologia utilitzada	83
11. ESTUDI ECONÒMIC DEL PROJECTE	84
11.1. Pressupostos del prototips per unitat	84
11.1.1. Prototip alarma antirobatoris.....	84
11.1.2. Prototip prevenció incendis.....	85
11.1.3. Prototip Prevenció violència de gènere	86
11.1.4. Prototip Botó d'emergència per a la tercera edat	86
11.1.5. Prototip GEO Localització.....	87
11.2. Pressupostos equips i mà d'obra	87
12. IMPACTE MEDIAMBIENTAL	90
12.1. Ones electromagnètiques.....	90
12.2. Senyals acústiques.....	90
12.3. Emissions	90
12.4. Sistema d'alimentació.....	91
12.5. Materials	91
13. CONCLUSIONS	93
14. AGRAÏMENTS	94
15. BIBLIOGRAFIA.....	95

1. Glossari

Algunes de les abreviatures citades a continuació apareixen al treball. Cal remarcar que totes i cadascuna d'elles estan definides a l'apartat corresponent.

IoT: Internet of Things

PAN: Personal Area Network

LAN: Local Area Network

VPN: Virtual Private Network

WAN: Wide Area Network

MAN: Metropolitan Area Network

UNB: Ultra Narrow Band

ISM: Industrial, Scientific, Medical

EVB: Evaluation Board

SDK: Paquet de TDNext per programar mòduls

M2M: Machine to Machine

GPIO: General Purpose Input/Output

SIG: Sistema d'Informació Geogràfica

2. Prefaci

2.1. Origen del projecte

L'origen d'aquest projecte surt de la borsa de Treballs de Final de Grau de l'ETSEIB. Des d'un principi es buscava un projecte on es pogués portar l'enginyeria i els coneixements estudiats al món dels serveis i la prevenció de riscos domèstics i ambientals. Aquest projecte es basa en un municipi de Catalunya, Castellolí, amb la possibilitat d'acabar implementant les solucions proposades.

2.2. Motivació

La motivació principal del projecte ha estat el fet d'estudiar i treballar amb la tecnologia d'Internet of Things. Aquesta és una tecnologia amb molta projecció i futur, i els coneixements adquirits amb aquest treball són molt valuosos de cara a futurs projectes. Per altra banda, una altra gran motivació ha estat poder aportar els coneixements adquirits a la universitat a un àmbit de caràcter social i mediambiental, proposant solucions per a mitigar certs escenaris de risc que poden preocupar als habitants d'un petit municipi.

2.3. Objectius

L'objectiu principal d'aquest projecte és posar solució a quatre problemàtiques de caràcter social i una de caràcter mediambiental mitjançant Internet of Things. Totes aquestes solucions es basen en els mòduls que ofereix l'empresa TDNext, i es gestionaran les dades amb les eines informàtiques que ofereix l'empresa. D'aquesta manera es podran centralitzar totes les dades en un únic punt, tenint així una visió global de com es desenvolupen les implementacions proposades. L'agrupament de totes aquestes propostes que funcionen mitjançant Internet of Things apropiaran Castellolí al concepte de *Smart Village*.

Les propostes són:

- Alarma antirobatoris
- Prevenció d'incendis
- Prevenció de casos de violència de gènere
- Botó d'emergència per a la tercera edat
- GEO localització (nens petits, gent gran, mascotes)

2.4. Abast

L'abast del projecte és definir i dissenyar les cinc propostes i el sistema de monitoratge de dades des d'un punt de vista teòric. No es fabricaran els prototips proposats ni es compraran els mòduls TDNext, per tant tampoc es crearà el web de gestió integral de tot el projecte.

3. Llistat de taules i figures

3.1. Llistat de taules

Taula 1. Sigfox certified Class.....	20
Taula 2. Monitoritzar bateria del dispositiu.	30
Taula 3. Taula d'esdeveniments de la variable source	33
Taula 4: Animals trobats i recuperats per l'Arxiu d'Identificació d'Animals de Companyia. .	77
Taula 5.	84
Taula 6.	85
Taula 7.	86
Taula 8.	86
Taula 9.	87
Taula 10.	88
Taula 11. Contaminació de piles.	91

3.2. Llistat de figures

Figura 1. Representació de la connexió d'objectes quotidians mitjançant IoT	15
Figura 2. Rati entre població mundial i dispositius connectats a Internet.	16
Figura 3. Cobertura de SIGFOX als diferents països del món	17
Figura 4. Diferents models de xips TD i les seves prestacions.....	19
Figura 5. Evaluation Board amb el xip TD1207 integrat	20
Figura 6. Pins del TD1204	21

Figura 7. Vista frontal del mòdul EVB amb el TD1204 integrat	22
Figura 8. Diagrama de blocs del mòdul TD1204	23
Figura 9. Pins del TD1205 P	24
Figura 10. Plaqueta adaptadora del TD1205 P	25
Figura 11. Dimensions del TD1205 P	26
Figura 12. TD1204 Breakout Header. Pins i utilitats d'aquests.....	27
Figura 13. Relació entre l'aplicació externa i el TD1204	29
Figura 14. Connexió de Font d'alimentació al TD1205 P.....	35
Figura 15. Distribució dels fets delictius a Catalunya.....	39
Figura 16. Nombre de robatoris amb violència i/o intimidació al 2014.....	40
Figura 17. Nombre de robatoris amb força al 2014	40
Figura 18. Nombre de robatoris durant l'any 2014.....	41
Figura 19. Exemple de sensor de contacte en finestra.....	43
Figura 20. Exemple de fotodetector o sensor de moviment.	44
Figura 21. Exemple d'inhibidor de freqüència.....	46
Figura 22. Mapa de predicció del perill d'incendi forestal a l'agost del 2016	50
Figura 23. Esquematització del sistema Fire Forest Monitoring	51
Figura 24. Fire Forest Monitoring a Brandenburg, Alemanya.....	52
Figura 25. Arquitectura del sistema SISVA.....	53
Figura 26. Integració i monitorització de dades a SIG.	55
Figura 27. Sensor de monòxid de carboni MQ-7.	57
Figura 28. Senyal emesa pel sensor a cada cicle.....	57
Figura 29. Sensor de diòxid de carboni MQ-135.	58

Figura 30. Sensor d'humitat relativa i temperatura SHT20D2009.	59
Figura 31. Víctimes i denúncies dels anys 2015 i 2016.	61
Figura 32. Denúncies per violència de gènere a Espanya.	62
Figura 33. Víctimes de violència de gènere a Espanya els últims anys.	62
Figura 34. Víctimes mortals per violència de gènere per grup d'edat al 2015.	63
Figura 35. Víctimes mortals per violència de gènere per existència o no de denuncia prèvia.	63
Figura 36. Canellera del Sistema del Seguiment per Medis Telemàtics que porta l'agressor.	64
Figura 37. Segon dispositiu del Sistema de Seguiment per Medis Telemàtics que porta l'agressor.	65
Figura 38. Dispositiu del Sistema de Seguiment per medis Telemàtics que porta la víctima.	65
Figura 39. Botó per urgències.	70
Figura 40. Botó d'emergència Ja-03/C	70
Figura 41. Detector de caigudes FATE.	71
Figura 42. Seqüència d'accions des de l'aparició de l'emergència.	72
Figura 43. Botó wRobot i piles de botó	73
Figura 44. Elements del sistema de comprovació de bateria. LEDs i botó.	74
Figura 45. Mascotes trobades i mascotes recuperades del 2004 al 2013.	78
Figura 46. Percentatge de recuperació de mascotes respecte les mascotes trobades.	79
Figura 47. Microxip subcutani per a la identificació de mascotes	81
Figura 48. Localitzador Gigaset	82
Figura 49. Localitzador GPS Wayo.	82
Figura 50. Paquet EVB per a configurar els mòduls.	89

4. Tecnologies de comunicació

4.1. Xarxes de comunicació

Actualment existeixen diferents tecnologies per connectar ordinadors i dispositius entre sí, i aquestes depenen del tipus de dades que es vulguin transmetre o de la proximitat dels objectes. Les xarxes de comunicació es poden classificar en quatre grups principals: PAN, LAN, VPN i WAN.

PAN (Peronal Area Network)

Es tracta d'una xarxa de comunicació entre dispositius d'ús personal com podrien ser ordinadors, tauletes, equips d'àudio o impressores. Normalment aquestes xarxes tenen un abast d'uns pocs metres.

Els sistemes PAN poden tenir una capacitat d'entre 10 bps fins als 10 Mbps. Un ús molt freqüent per cobrir aquest tipus de connectivitat és el Bluetooth, i poden operar en bandes lliures de valors de 5 GHz o superiors.

LAN (Local Area Network)

Aquest tipus de connectivitat es redueix a una xarxa d'ordinadors o dispositius d'una casa, un pis o un edifici, tenint així un abast més gran que la xarxa PAN.

Les tecnologies emprades per utilitzar aquestes xarxes són Ethernet, Token Ring i Arcnet. Ethernet és la xarxa més ràpida, amb velocitats de transmissió de dades d'entre 10 i 1000 Mbit/s, seguida de Token Ring (4 Mbit/s) i Arcnet (2,5 Mbit/s). També existeixen les tecnologies sense fils WLAN (Wireless Local Area Network), on la més popular es la xarxa Wi-Fi.

VPN (Virtual Private Network)

Es tracta d'una xarxa d'ordinadors i dispositius que permet una extensió segura d'una xarxa local (LAN) utilitzant la infraestructura d'Internet. Aquesta tecnologia permet enviar i rebre dades via internet o altres xarxes públiques com si aquestes fossin xarxes privades, és a dir amb la seguretat i amb les polítiques que aquestes ofereixen.

Aquestes xarxes es poden classificar en xarxes a control remot, punt a punt i VPN over LAN. Les més utilitzades són les primeres, que consisteix en usuaris que es connecten amb les empreses des de llocs remots, obtenint les prestacions d'accés que ofereixen les xarxes locals d'aquestes.

WAN (Wide Area Network)

Les xarxes WAN són xarxes de comunicació de gran abast. Aquestes uneixen diferents xarxes locals o xarxes d'àrea metropolitanes MAN (Metropolitan Area Network) mitjançant internet.

En els darrers últims anys la velocitat de connexió a internet i transmissió de dades ha augmentat molt degut a la incorporació de tecnologies com l'ADSL o la fibra òptica, arribant des dels 1 Mbit/s fins als 300 Mbit/s.

Degut a la presència de virus i altres softwares que atempten contra la seguretat i la privacitat de les xarxes WAN, actualment també s'utilitzen VPN per interconnectar xarxes locals. D'aquesta manera es crea una WAN més segura, i és un recurs força utilitzat per les empreses i les organitzacions.

4.2. Internet of Things

4.2.1. Internet of Things al món

L'Internet de les coses (de l'anglès Internet of Things) fa referència a la connectivitat i l'accés a internet d'objectes de la vida quotidiana, com ara televisors, roba, vehicles, mobles... Aquests poden estar connectats a un centre de control i/o entre ells, creant així una xarxa d'intercomunicació i trànsit de dades. Amb l'ajuda d'un petit dispositiu i els sensors adequats es pot enviar la informació desitjada d'aquests objectes per posteriorment processar-la, monitoritzar-la i analitzar-la.

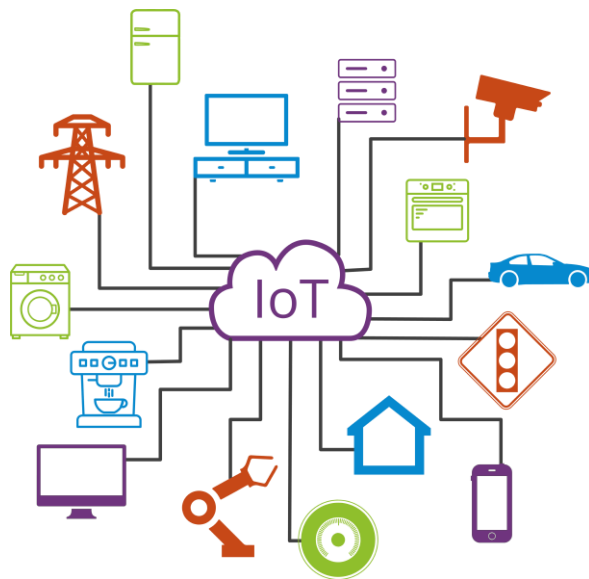


Figura 1. Representació de la connexió d'objectes quotidians mitjançant IoT

El concepte de IoT és molt ampli, no només significa el trànsit de dades entre dispositius, sinó que contempla la interacció d'objectes de diferents àmbits. Sectors com el transport, l'energia, la informació meteorològica o ambiental, l'educació, la seguretat, la salut o els negocis intercanviaran dades i formaran part de la mateixa xarxa.

La connectivitat entre objectes, serveis i empreses a les ciutats donen peu al concepte de Smart City. El creixement exponencial dels últims anys de dispositius connectats a internet apunten a un futur on IoT jugarà un paper molt important. Aquest creixement ve en gran part donat per l'aparició dels *Smart devices* o dispositius intel·ligents.

El concepte de Smart Phone sorgí al 1997, quan l'empresa Ericsson va llençar al mercat un model de telèfon mòbil sota aquesta descripció. Tot i això, no va ser fins l'any 2007 quan el Director General d'Apple, Steve Jobs, presentà l'iPhone a la conferència Macworld, que va començar aquest creixement. Actualment hi ha més dispositius connectats a internet que persones, i es calcula que aquest llindar es va creuar en algun punt entre 2008 i 2009. Al 2011 Cisco IBSG va realitzar un estudi on es calculava el rati de dispositius connectats per persona. [1]

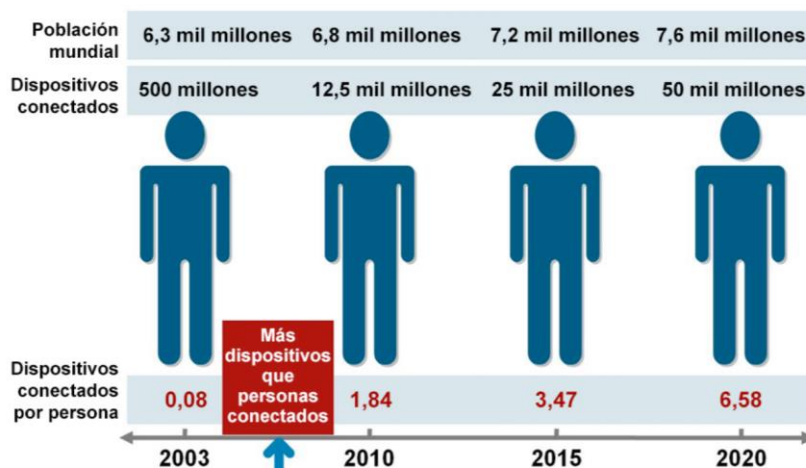


Figura 2. Rati entre població mundial i dispositius connectats a Internet.

L'estudi citat anteriorment calcula que al 2020 hi haurà 6,58 dispositius connectats per persona, que suposarà 50 mil milions de dispositius enviant i rebent dades.

4.2.2. Castellolí com a Smart Village

Tot i que originàriament una *Smart Village* es definia com a un poble "Off-Grid", és a dir que té una xarxa elèctrica autònoma, actualment també s'utilitza per portar el concepte de Smart City als pobles. Evidentment els pobles tenen altres necessitats que no pas les grans ciutats, és per això que cal cobrir diferents aspectes. Els principals fonaments a controlar mitjançant IoT són la salut, l'educació, la qualitat de l'aigua, l'energia i l'agricultura. Si es pot utilitzar la tecnologia per a poder generar i controlar aquests aspectes, el poble esdevé tecnològicament autònom i retalla dependència de grans infraestructures d'electricitat o serveis provinents de grans indústries. Actualment molts pobles arreu del món comencen a adoptar aquest concepte i fins i tot països com la Índia o Egipte inverteixen en crear Smart Villages als seus països. En aquest treball es tractaran els aspectes socials i mediambientals que apropiarien Castellolí a ser una Smart Village.

4.3.2. Funcionament de la xarxa

La xarxa SIGFOX permet enviar paquets de dades de fins a 12 bytes, amb una limitació de màxim 140 missatges al dia. Internet of Things es basa en la transmissió de dades de poca mida en moments puntuals, tal i com ofereixen els serveis de l'empresa francesa, fent-la una bona alternativa en aquest camp. Les característiques principals dels objectes connectats a SIGFOX són.

- S'utilitzen connexions de banda estreta UNB (Ultra Narrow Band), amb un ample de banda inferior a 1 KHz. Avui dia cada cop s'utilitza més la banda ampla, podent enviar més dades a més velocitat. El fet de que SIGFOX utilitzi banda estreta és perquè no interessa la quantitat i la velocitat a la qual s'envien les dades. Utilitzant UNB es pot emetre amb gran potència de pic i aconseguir així un gran abast (fins a 5 Km en zones urbanes i 25 Km en altres zones).
- Utilitza freqüències lliures com la banda ISM (Industrial, Scientific, Medical). Aquestes són un espectre radioelèctric l'ús del qual està reservat a nivell internacional per a aplicacions no comercials coma ara l'indústria, la ciència o la medicina. L'ISM està obert a tothom sense necessitat de llicència tot i que té certs límits que regulen els nivells de potència transmesa. Una de les principals avantatges de poder utilitzar aquesta xarxa és que està dotada de mecanismes que la fan resistent a les interferències. Actualment SIGFOX treballa a Europa amb la banda lliure ISM 868MHz i 915 MHz als Estats Units.
- L'eficiència energètica aconseguida és molt alta. És molt comú que els objectes estiguin apagats la major part del seu temps i només s'engeguin per enviar dades puntualment. Això pot arribar a allargar la duració de la bateria fins a 15 anys, en molts casos més temps que la vida útil del xip o dispositiu en qüestió. Segons l'empresa, un dispositiu SIGFOX pot durar 20 anys funcionant només amb dues piles AA.

Aquestes característiques fan que els dispositius connectats a la xarxa SIGFOX ofereixen alt rendiment energètic i transmissió de dades a gran distància de manera senzilla i eficaç.

4.4. DISPOSITIUS

Segons els requisits i les característiques d'un sistema basat en Internet of Things es necessitarà un xip amb unes prestacions o unes altres. El mercat actual ofereix varis productes amb connexió SIGFOX, però per al nostre projecte es consideraran principalment els dos dels cinc xips explicats a continuació.

4.4.1. Dispositius TELECOM Design

TELECOM Design és una empresa que ofereix productes i serveis relacionats amb IoT. Dins d'aquesta, TD Next és la branca que comercialitza amb xips i altres dispositius amb connexió a SIGFOX. Actualment ofereix un ventall de productes les següents característiques:


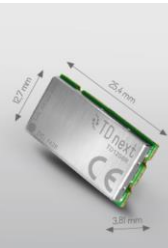
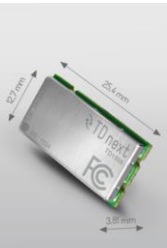
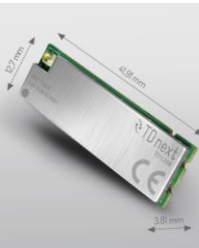
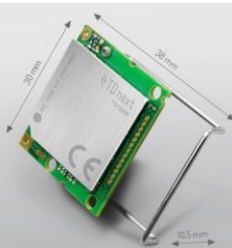












TD1207R	TD1208R	TD1508	TD1204	TD1205P
				
				
Sigfox certified Class 0	Sigfox certified Class 0	Sigfox certified Class 0	Sigfox certified Class 0	Sigfox certified Class 0
—				
—	SDK	SDK	SDK	SDK
—	—	—		
—	—	—	—	
—	—	—	—	Integrated antenna

Figura 4. Diferents models de xips TD i les seves prestacions

Uplink Classes				
	Class 0u	Class 1u	Class 2u	Class 3u
Radiated power	14 dBm +/- 2db	12 dBm > P > 7dBm	7 dBm > P > 0dBm	Below 0dBm

Taula 1. Sigfox certified Class

Tots els xips tenen certificació SIGFOX classe 0u, que vol dir que la seva potència de radiació es troba en el rang de 14 dBm +/- 2dB [3].

El SDK és el equip de desenvolupament de programari (Software Development Kit). És el mòdul de programació que ofereix TD Next amb les eines necessàries per a poder configurar les aplicacions de la placa TD12XX i la manera que es vol que s'interactui amb el centre de control.

L'empresa també subministra la EVB, *Evaluation Board*, en un paquet que inclou la placa amb el microprocessador TD12XX integrat, un cable FTDI per poder connectar la placa al port USB de l'ordinador, un any de subscripció gratuïta a Sigfox i un any de TD dashboard, portal on es poden rebre els missatges de Sigfox i gestionar les aplicacions del mòdul.



Figura 5. Evaluation Board amb el xip TD1207 integrat

4.4.2. Estructura interna del TD1204

El TD1204 treballa en un rang de tensions d'alimentació d'entre 2,3 i 3,6 V, juntament amb una baixa intensitat de corrent de 2.5µA. El seu alt rendiment i poc consum d'energia fa que amb una bateria pugui disposar d'una autonomia considerable.

El xip disposa de GEO localització GPS, acceleròmetre triaxial, SDK de TD Next, i connexió a la xarxa Sigfox. L'empresa Telecom Design ofereix diferents documents amb la informació tècnica pertinent. Les característiques del mòdul són:

SIGFOX Ready™ Gateway and RF transceiver:

- Frequency range = ISM 868 MHz
- Receive sensitivity = -126 dBm
- Modulation
 - (G)FSK, 4(G)FSK, GMSK
 - OOK
- Max output power
 - +14dBm
- Low active radio power
 - 20 µA RX (windowed mode)
 - 37 mA TX @ +10 dBm

Multi-GNSS GPS Receiver

- Multi-GNSS support
 - GPS/GLONASS
 - SBAS augmentation services
- Ultra-low power consumption
 - 16 mA Tracking
 - 12 µA Backup
- High Sensitivity
 - 56-channel engine

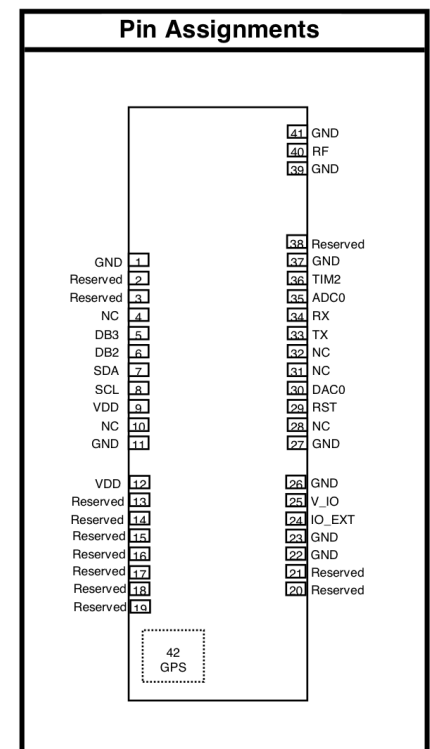


Figura 6. Pins del TD1204

- -162 dBm Tracking
- -148 dBm Cold start

Ultra-low power 3D Accelerometer

- Up to $\pm 16g$ full scale
- 6-pin R/A header for connecting a standard TTL-232R-3V3 FTDI USB to Serial Cable (3.3V)-1.8m
- 1x7 pin header (not mounted) for ISP (In-Situ Programming) connection
- 2x7 pin header (not mounted) for TD1204 signal breakout
- 1xSMA R/A antenna connector with ESD protection device
- 1xSuper Blue SMT LED on TD1204 module TIM2 pin
- 1xremovable current measurement strap

En el cas del TD1204 al no tenir la antena integrada necessitarem la plaqueta EVB per poder utilitzar-la per a les aplicacions desitjades. L'empresa també facilita les dades tècniques del mòdul amb el xip integrat.

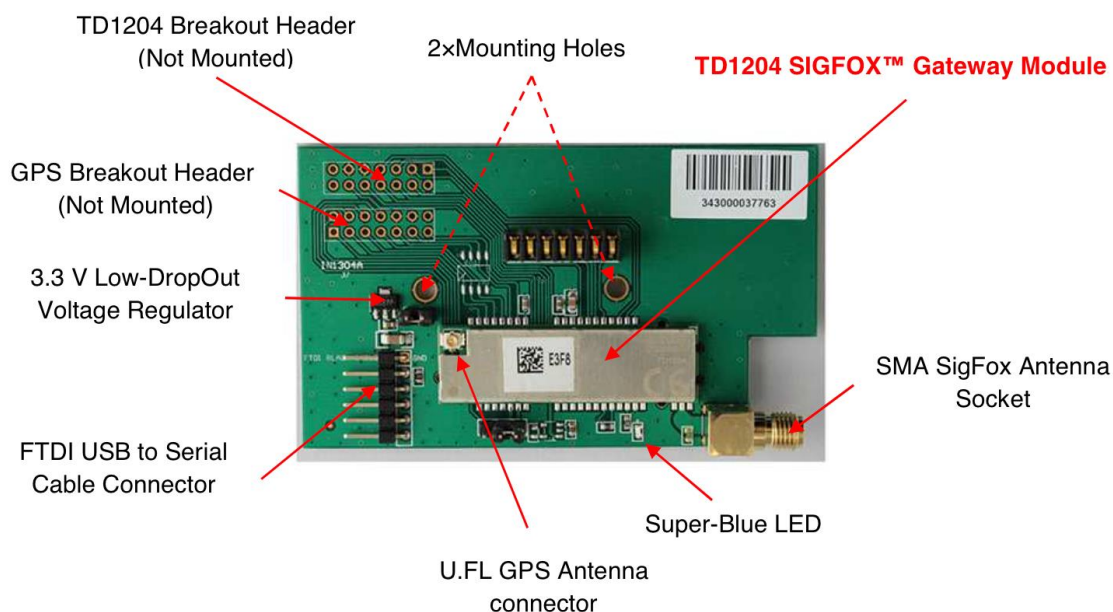


Figura 7. Vista frontal del mòdul EVB amb el TD1204 integrat

La geometria de la plaqueta és de Tal i com es pot veure a la figura 7, la plaqueta disposa d'un connector per a l'antena Sigfox i un altre per a la connexió GPS. El connector FTDI és per poder connectar l'ordinador amb la plaqueta. Disposa també d'inputs i outputs (breakout header) per a poder connectar sensors o actuadors externs i d'una entrada de font d'alimentació. A la Figura 8 es pot veure el diagrama de blocs i com el TD1204 interacciona amb els elements externs integrats a la plaqueta.

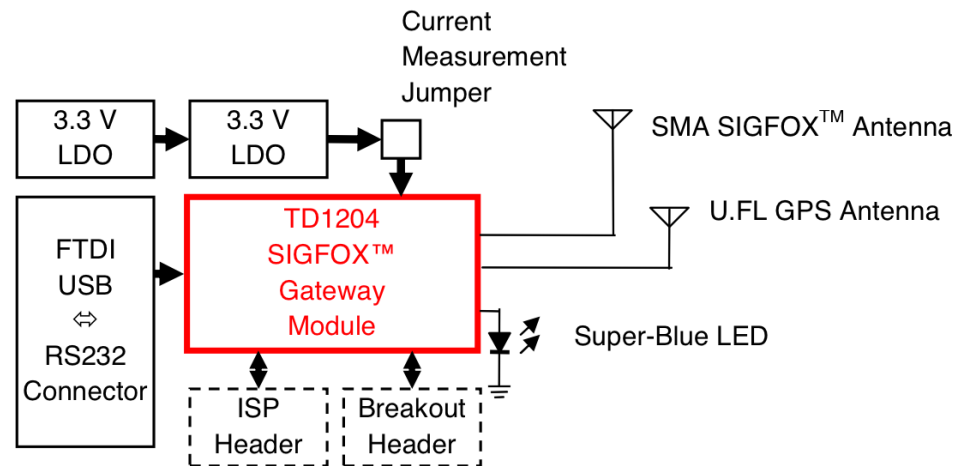


Figura 8. Diagrama de blocs del mòdul TD1204

4.4.3. Estructura interna del TD1205P

El xip TD1205P ofereix prestacions molt semblants al TD1204, amb l'avantatge de que té l'antena integrada i no necessita de la plaqueta per poder connectar l'antena i així accedir a la xarxa Sigfox o GPS. Ofereix també un millor rendiment energètic i una versió millorada dels sensors integrats. Les característiques principals són les següents:

SIGFOX Ready™ Gateway and RF transceiver:

- Frequency range = ISM 868 - 869.7 MHz
- Receive sensitivity = -126 dBm
- Modulation
 - (G)FSK, 4(G)FSK, GMSK
 - OOK modulation
- Max power radiated from integrated antenna
 - +14dBm
- Low active radio power
 - 20 μ A RX (windowed mode)
 - 50 mA TX @ radiated +16 dBm

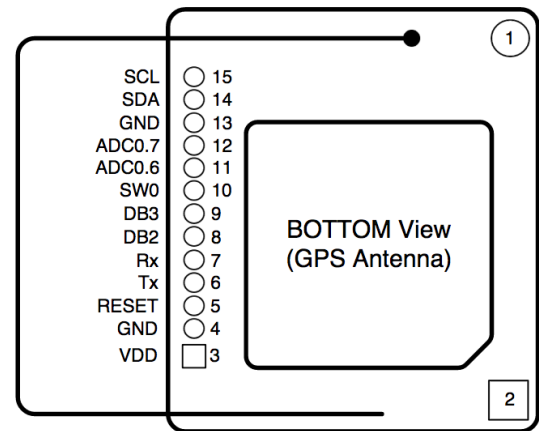


Figura 9. Pins del TD1205 P

Multi-GNSS GPS Receiver

- Multi-GNSS support
 - GPS/GLONASS
 - SBAS augmentation services
- Ultra-low power consumption
 - 29 mA Acquisition
 - 12 μ A Backup
- High Sensitivity
 - 56-channel engine with high sensitivity
 - -162 dBm Tracking
 - -148 dBm Cold start

Ultra-low power 3D Accelerometer

- Up to $\pm 16g$ full scale

Ultrasensitive Hall-Effect

- Magnet pole independence
- Operation point down to 20 Gauss
- 2.8 μ A consumption

Board Features

- 2.3V to 3.6V Power supply
- 2.8 μ A Idle state consumption
- 30x38x10.5mm size with antenna
- Green and Red LED indications

El xip TD1205P necessita d'una plaqueta EVB per a poder-se connectar a l'ordinador i així ser configurat. El paquet EVB que subministra l'empresa TD Next ofereix el mòdul TD1205P, la placa adaptadora i un cable FTDI USB per poder connectar-ho a l'ordinador i poder programar el xip o els dispositius externs connectats a aquest.

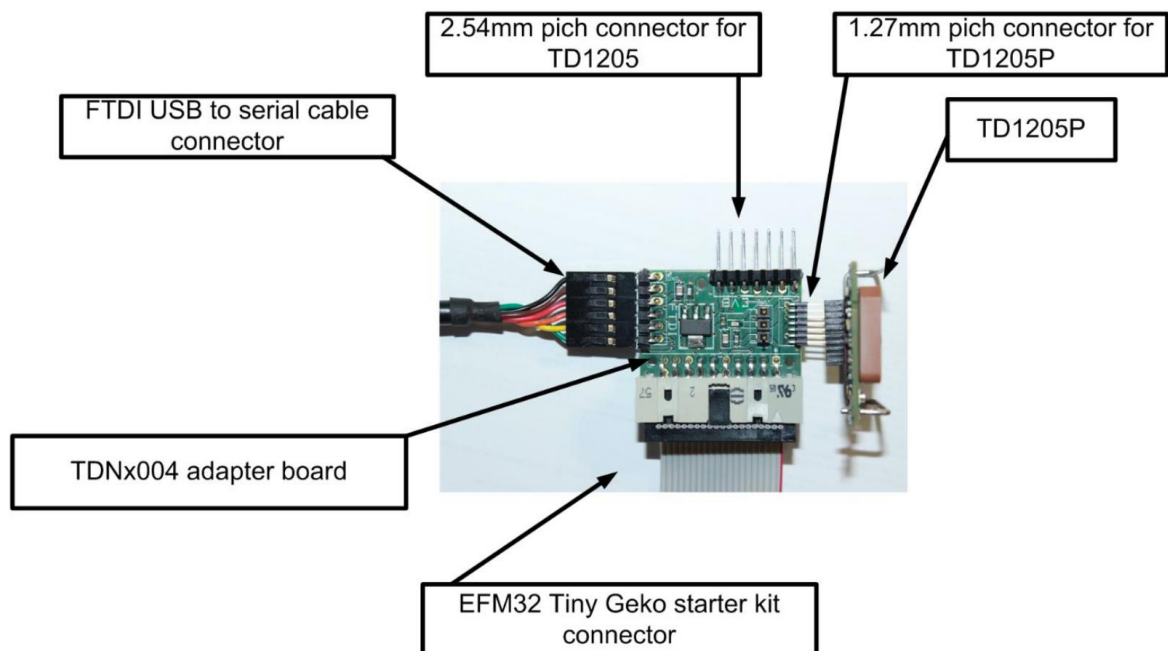


Figura 10. Plaqueta adaptadora del TD1205 P

De cara a les aplicacions del TD1205P en el nostre treball cal conèixer les cotes d'aquest per poder dissenyar posteriorment el prototip desitjat.

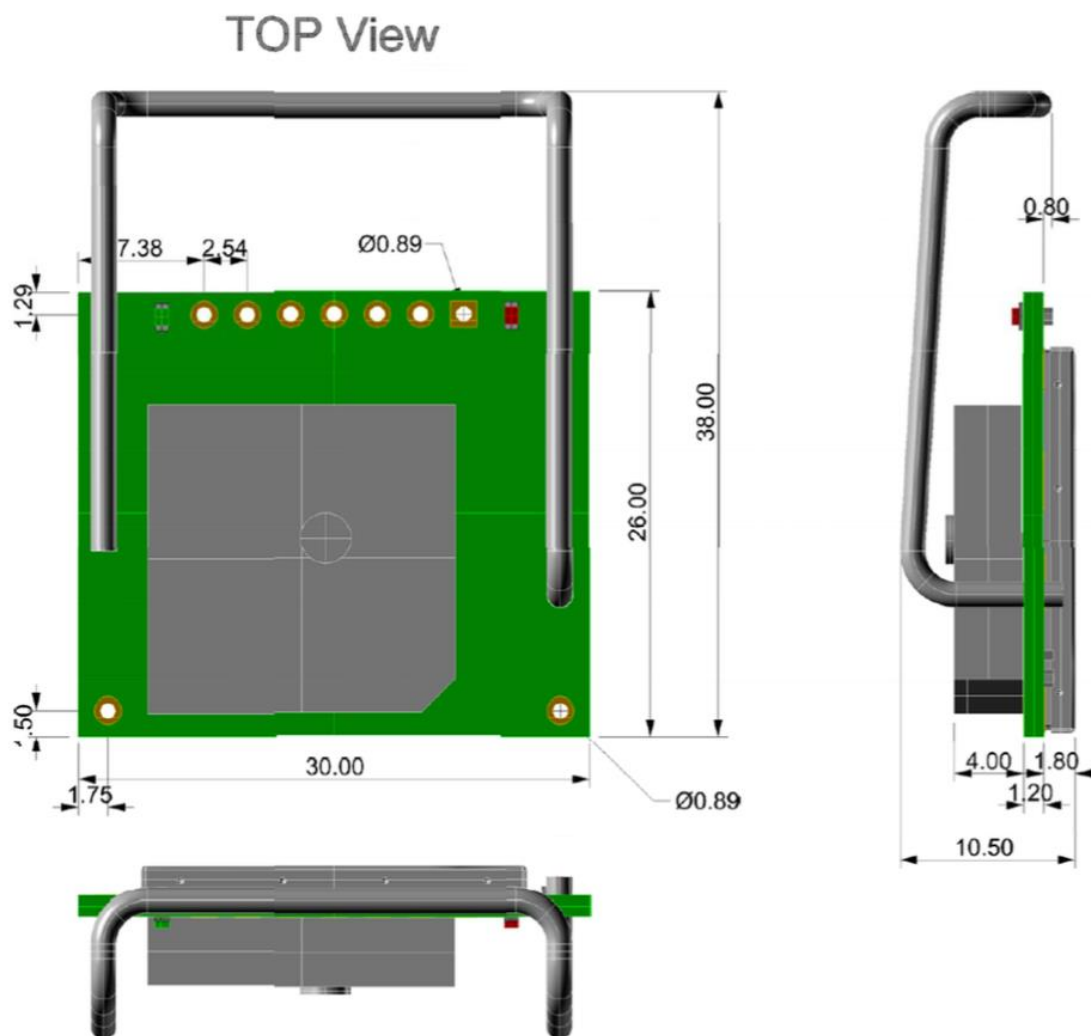









Figura 11. Dimensions del TD1205 P

4.4.4. Sensors externs

Tal i com s'ha explicat a l'apartat anterior s'utilitzarà el dos xips elegits tenen acceleròmetre, sensor de temperatura i connexió GPS integrats. En el cas que es no es necessiti de sensors externs s'utilitzarà el mòdul TD1205P, ja que disposa d'antena integrada i no caldria obtenir la EVB. Si el prototip requereix de sensors externs, s'emprarà el mòdul TD1204, necessitant així la EVB i l'antena externa i aprofitant els seus set ports d'entrada de hardware extern. A la Figura 7 de l'apartat 4.4.2 es pot veure una vista frontal de la plaqueta amb el mòdul integrat. En aquesta es diferencien dues regions de pins, la inferior on posa GPS Breakout Header (destinats a la connexió GPS) i la superior o TD1204 Breakout Header, on poden anar connectats els sensors o activadors externs.

SDA		2 VCC
SCL 3		4 Reserved
GP0 5		6 TIM2
GP1 7		8 ADC0
GND 9		10 DAC0
GND 11		12 RST
NC 13		14 NC

Pin	Pin Name	I/O	Description
1	SDA	I/O	General Purpose Low-Power Digital I/O This pin may be configured to perform various functions, including the I ² C DATA (SDA) function.
2	VCC	PWR	Connected to 3.3 V power supply line
3	SCL	I/O	General Purpose Low-Power Digital I/O This pin may be configured to perform various functions, including the I ² C clock (SCL) function.
4	Reserved	I/O	Reserved pin – Do not connect
5	GP0	I/O	General Purpose Low-Power Digital I/O This pin may be configured to perform various functions.
6	TIM2	I/O	General Purpose Low-Power Digital I/O This pin may be configured to perform various functions, including the timer input capture / output compare #2 function.
7	GP1	I/O	General Purpose Low-Power Digital I/O This pin may be configured to perform various functions.
8	ADC0	I/O	General Purpose Low-Power Digital I/O This pin may be configured to perform various functions, including the ADC analog input #0 function.
9	GND	GND	Connected to PCB ground
10	DAC0	I/O	General Purpose Low-Power Digital I/O This pin may be configured to perform various functions, including the DAC analog output #0 function.
11	GND	GND	Connected to PCB ground
12	RST	I	Active Low RESET input signal This signal resets the TD1204 module to its initial state. If not used, this signal can be left floating, as it is internally pulled up by an integrated resistor.
13	NC	I/O	Not connected
14	NC	I/O	Not connected

Figura 12. TD1204 Breakout Header. Pins i utilitats d'aquests

Tal i com es pot veure a la figura X, el mòdul TD1204 disposa de 7 pins GPIO, tot i que cadascun d'aquests té unes característiques diferents. Dependrà del tipus de sensors que es necessiti i les característiques d'aquest. La programació dels sensors està detallada a l'apartat 4.5.

4.5. Monitorització i gestió de dades

4.5.1. Paquet SDK

TD Next ofereix el seu paquet SDK per poder programar els mòduls TD1204 i TD1205P i posteriorment monitoritzar les dades [4]. Els passos que demana l'empresa per a poder accedir al SDK és crear una compta a GitHub. GitHub es una plataforma de servei hosting de repositoris Git (programari de control de versions). Ofereix tant eines per gestionar els projectes i una interfície gràfica via web per poder visualitzar i controlar el desenvolupament d'aquests. Els projectes poden ser públics o privats, i poden tenir un o més col·laboradors.

El següent pas per poder accedir al SDK és crear una compta al Developers de TD Next. La plataforma interna de gestió, programació i control dels dispositius es diu SENSOR™. Dins d'aquest web es té accés al Developer Dashboard i al Device Dashboard, on es poden registrar els mòduls TD amb el seu número de sèrie i comprovar el seu desenvolupament. També es té accés al Developer API i al Device API (Application Programming Interface), plataforma encarregada de gestionar l'emmagatzematge de dades i la programació dels dispositius. SENSOR™ és la plataforma interna de TelecomDesign que s'encarrega de:

- Emmagatzematge de dades
- Organització i execució d'operacions M2M (actualització, configuració, definició)
- Gestió tècnica del negoci
- Proveïdor de serveis pel negoci a través de DSL

4.5.2. Comandes AT

Juntament amb els documents tècnics del mòdul TD adquirit l'empresa subministra també una guia de comandes per poder programar el xip. Aquestes funcionen com un sistema de pregunta resposta, on des d'una aplicació externa s'envien ordres al mòdul i aquest respon executant l'operació i emetent una resposta [5].

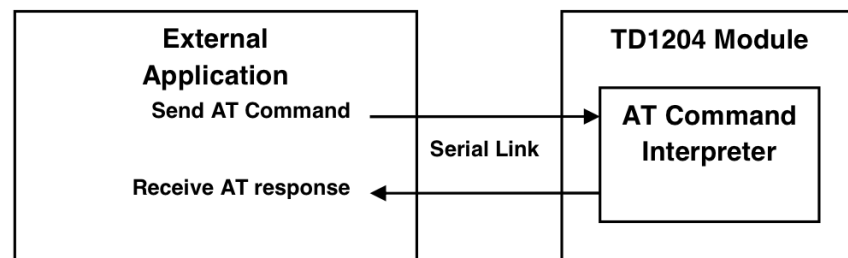


Figura 13. Relació entre l'aplicació externa i el TD1204

El manual de comandes AT és molt extensa, i no totes seran necessàries per a programar els mòduls per a les aplicacions proposades en aquest projecte. La plataforma SENSOR™ ofereix la interfície per poder enviar i rebre aquestes comandes, tot i que es pot fer mitjançant altres aplicacions. Algunes de les comandes més importants que es poden enviar de de SENSOR™ i que poden ser necessàries per als nostres projectes són:

Monitoritzar bateria:

ATS502=<enable>[,<level_low>,<level_ok>]

La comanda és ATS502, on s'ha d'escriure a part tres números, l'*enable*, el *level low* i el *level ok*. El Reference Manual defineix aquestes variables com:

Parameter	Value	Description
<enable>		TD SENSOR Battery Monitoring Enable Parameter
	0	Disable Battery Monitoring (default value)
	1	Enable Battery Monitoring
<level_low>		TD SENSOR Battery Monitoring Level Low Parameter
	2100..3300	Battery Low Level in millivolts. If the Battery level falls below the specified level, a Battery Low Event will be emitted.
<level_ok>		TD SENSOR Battery Monitoring Level OK Parameter
	2100..3300	Battery OK Level in millivolts. If the Battery level rises above the specified level, a Battery OK Event will be emitted. Note that a Battery OK Event will only be emitted if a Battery Low Event occurred previously.

Command	Responses
ATS502=1,2300,2800 <i>Note: enable battery monitoring. A Battery Low event will be emitted if the battery level falls below 2.3V and a battery OK will be emitted if, following the battery Low</i>	OK <i>Note: Command valid</i>

Taula 2. Monitoritzar bateria del dispositiu.

Tal i com descriu la Taula X, l'*enable* serveix per habilitar o no la monitorització de la bateria. El *level low* és un número que s'utilitza com a llindar, el TD1204 emetrà una senyal si el nivell de la bateria baixa per sota del llindar establert. D'altra manera, també es pot fixar un llindar *level ok*, un número fixat el qual el mòdul avisarà si el nivell de la bateria supera aquest. Sempre que s'escriu una comanda, si aquesta és acceptada per el mòdul envia la resposta "OK".

De la mateixa manera el manual també explica com poder programar el TD1204 perquè avisi en cas de que l'acceleròmetre integrat, el sensor de temperatura sobrepassin certs límits imposats, pensats amb antelació.

Monitoritzar temperatura:

ATS503=<enable>[,<interval>,<level_low>,<level_high>]

La comanda funciona exactament igual que la monitorització de bateria, amb un *enable* per decidir si volem rebre o no aquesta informació i un límit alt i un de baix que al sobrepassar-los el mòdul enviarà una senyal d'avís. En aquesta comanda també es demana un *interval*, que és l'interval en segons que el mòdul comprovarà la seva temperatura.

Monitorització GPS:

Per activar la connexió GPS d'un dispositiu i configurar la qualitat de la senyal cal la comanda:

```
AT$GPS=<mode>[,<min_sv>,<max_hdop>,<timeout>,<end_mode>,<nmea>]
```

mode: Pot prendre valors 0, 1 o 2 (Power off, power on, Hardware Backup)

min_sv: Nombre mínim de satèl·lits que s'han d'utilitzar per computa la posició abans de considerar-la vàlida. Pot prendre valors d'entre 0 i 255.

max_hdop: Nombre màxim d'HDOP abans de considerar una posició vàlida. El HDOP és un valor que mesura la precisió de les coordenades que s'estan enviant. Un HDOP es pot considerar excel·lent quan és inferior a 2, bo quan és inferior a 5, acceptable quan és menor que 10 i dolent si és superior a 10. El valors de la comanda estan compresos entre el 0 i el 65535 (les dos últimes xifres són decimals, és a dir 154 vol dir HDOP de 1,54).

timeout: És el temps que ha de passar després de que la ubicació es quedi fixa per donar-la com a vàlida. Pot agafar valors des del 0 fins al 65535. Un valor de 65535 significa que no hi ha timeout.

end_mode: Pot agafar valors de 0, 1 i 2 (Apagar el GPS després de validar la posició, deixar-lo encès després de validar la posició o deixar-lo en Hardware Backup).

nmea: Envia informació NMEA (1), envia informació GPGGA amb la posició (2) o no envia res (0) després de que la ubicació hagi estat validada.

Una altra comanda per rebre informació sobre la posició és l' AT\$GSND, que envia a SENSOR l'última posició computada via GPS.

Acceleròmetre:

Per l'acceleròmetre poden interessar dues comandes. La primera envia dades de les acceleracions del mòdul TD1204 en els tres eixos i la segona serveix per enviar un

missatge d'avís cada cop que l'acceleròmetre sobrepassi uns valors d'acceleració fixats. La comanda per monitoritzar i configurar les característiques de l'acceleròmetre és:

ATS650=<enable>[,<low_power> ,<rate> ,<scale>, <filter>]

enable: Activa (1) o desactiva (0) la monitorització de l'acceleròmetre.

low_power: fa referència a la resolució de la resposta. Pot prendre valors de 0 (alta resolució, consum normal) o 1 (baixa resolució, baix consum)

rate: Es tracta de la sensibilitat de l'acceleròmetre. Aquesta pot ser de 1Hz, 10Hz, 25Hz o 50Hz, agafant els valors corresponents de 1, 2, 3 o 4.

scale: És l'escala que volem que mesuri el sensor. S'activarà la monitorització quan aquest passi de $\pm 2g$, $\pm 4g$, $\pm 8g$ o $\pm 16g$, i es configura amb els valors de 1, 2, 3 o 4.

filter: Activa o desactiva un filtre passa-alt.

La monitorització o *output* de les dades és l'acceleració en x, en y i en z. L'altre comanda que també pot ser útil és la de enviar un avís (i no la monitorització del valor exacte de les acceleracions) quan el mòdul s'accelera segons uns paràmetres fixats. Aquesta comanda és la següent:

ATS651=<enable>[,<scale>, <rate>, <threshold>, <duration>, <source>, <filter>]

Les variables *enable*, *scale*, *rate* i *filter* són les mateixes que les de la comanda anterior. En aquesta comanda s'afegeixen les variables *threshold*, *duration*, *source* i *filter*.

threshold: És el límit o llindar d'acceleració en mg. Els números poden ser del 0 al 127.

duration: És el temps en segons que s'ha d'estar accelerant per poder enviar l'avís. Aquest és un numero entre el 0 i el 127, el qual es divideix entre la freqüència (*rate*) triada i s'obté el resultat en segons.

source: Es tracta d'un número del 0 al 63 que defineix els esdeveniments que es volen detectar. la combinació d'esdeveniments es pot expressar en nombres entremetjos. Si 1 significa *X event low* i 2 *X event high*, 3 vol dir ambdues condicions a la vegada.

source		TD Accelero Event Monitoring source Parameter
	0..63	Binary OR combination of following event source.
	1	X event low
	2	X event high
	4	Y event low
	8	Y event high
	16	Z event low
	32	Z event high

Taula 3. Taula d'esdeveniments de la variable source

Configuració de ports GPIO

Per poder configurar els ports GPIO i monitoritzar les senyals dels actuadors o dels sensors connectats a aquests, cal tenir en compte tres comandes AT. La primera comanda és per programar el port com a entrada o sortida. Aquesta selecciona un port, un pin i li assigna la característica d'Input, Output o push-pull. També té la opció *out*, que determina si el pin actua en pull-up (1) o pull-down (0).

AT\$SIO=[<port>,<pin>,<mode>,<out>]

La següent comanda AT necessària és per assignar una intensitat de conducció al port configurat. La variable *port* selecciona el port, i la variable *mode* assigna intensitat a aquest, sent aquestes de 6mA, 0.5mA, 20mA o 2mA amb els valors de 0, 1, 2 i 3.

AT\$SDM=[<port>,<mode>]

L'última comanda AT necessària és per configurar l'avís que volem rebre en funció de les senyals que envia el nostre sensor extern. Aquesta comanda és la següent:

ATS506=<enable>,<port>,<bit>[,<falling>,<rising>,<pull>,<state>]

Aquesta comanda necessita d'un enable (0 o 1 per si es vol monitoritzar la senyal d'entrada del GPIO), un port i un bit, que és la ubicació del pin que està connectat el sensor dins de la plaqueta. Un cop s'ha identificat el pin que es vol programar (prèviament configurat com a Input o Output), s'ha de definir les següents variables:

falling: Si s'activa aquesta opció el mòdul enviarà un missatge cada cop que la senyal enviada per el sensor passi de *high* a *low*, és a dir considerant la sortida d'aquest com a binària, cada cop que passi de 1 a 0 en lògica positiva.

rising: Aquesta variable actua de la mateixa manera que l'anterior però de manera oposada. Si s'activa aquesta opció el mòdul enviarà un missatge cada cop que la senyal enviada per el sensor passi de *high* a *low*.

pull: Activa o desactiva el pull-up del GPIO.

state: Aquesta opció canvia el pull del GPIO. Si el pull està configurat com a 1, escrivint un 0 aquest canviarà d'estat com a *down*. Per contra, si el pull està configurat com a 1, escrivint un 1 aquest canviarà d'estat com a *up*.

Cal tenir amb compte que per sensors amb sortides més complexes (que no són binàries) aquests es poden configurar emprant un llenguatge de programació des del terminal de control que s'estigui configurant el mòdul. Les plataformes de monitorització ofereixen aquesta possibilitat. Tot i així, les comandes AT són una molt bona eina per dissenyar les aplicacions més senzilles.

4.6. Sistemes d'alimentació

Tant el mòdul TD1204 com el TD1205P consumeixen molt poca energia i disposen d'una eficiència i un rendiment excel·lents. Ambdós mòduls treballen amb un voltatge d'entre 2,3V i 3,3V, tot i que el fabricant recomana utilitzar fonts d'alimentació de 3V. En aquest projecte es consideraran dues maneres d'alimentar els mòduls: utilitzant piles / bateries amb el voltatge adequat o utilitzant una placa solar fotovoltaica.

4.6.1. Bateria o pila

El cas més senzill d'alimentació seria connectar una pila (o més d'una) de 3V als pins corresponents. En el cas del TD1204 s'han de connectar als pins del header ISP (veure Figura 14) en els pins VCC (1) i GND (2). Pel que fa al TD1205P és més senzill, la font d'alimentació s'ha de connectar als pins laterals apartats de tots els altres.

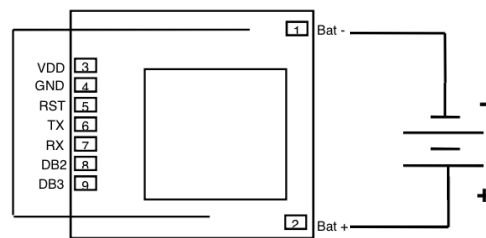


Figura 14. Connexió de Font d'alimentació al TD1205 P

4.6.2. Placa solar fotovoltaica

Una alternativa a les piles alcalines és una placa fotovoltaica, aprofitant l'energia solar per alimentar els mòduls. Aquesta opció presenta un cost més elevat que l'anterior però té un impacte mediambiental molt menor. Per poder dur a terme una alimentació del mòdul es necessita una placa solar fotovoltaica, un regulador de càrrega i una bateria. El regulador de càrrega s'encarrega de controlar la injecció de corrent de la bateria per a no crear sobretensions i malmetre aquesta. Per a una bateria de 3V, es necessitaria una placa fotovoltaica d'uns 6-10V (podem trobar al mercat des de 6€) i un regulador de càrrega també d'uns 6V (al mercat se'n poden trobar també des de 6€).

5. Llistat de propostes de sensorització de serveis públics

5.1. Alarma antirobatoris

A l'apartat 6. *Alarma antirobatoris* s'analitzarà com amb l'ajuda de L'Internet de les coses es pot fer un sistema d'alarma per a ús particular que millori els sistemes actuals, o que els complementi, de manera que les propietats dels usuaris siguin menys penetrables.

5.2. Prevenció d'incendis

A l'apartat 7. *Prevenció d'incendis* es dissenyarà un sistema mitjançant la tecnologia SIGFOX i L'Internet de les coses que ajudi a preveure els incendis a les zones rurals i boscoses o bé que ajudi a reduir el temps de reacció entre que l'incendi comença i que els cossos de bombers arriben a la zona afectada.

5.3. Control de la violència de gènere

A l'apartat 8. *Control de la violència de gènere* s'utilitzarà la tecnologia estudiada en aquest treball per tal de controlar d'una millor manera els casos de violència de gènere.

5.4. Botó d'emergència per la tercera edat

A l'apartat 9. *Botó d'emergència per la tercera edat* s'analitzarà els sistemes actuals que els avis utilitzen com a botó d'emergència i es proposarà una solució millorada emprant la tecnologia SIGFOX i L'Internet de les coses.

5.5. GEO localització

A l'apartat 10. *GEO localització* s'estudiarà un sistema mitjançant la tecnologia estudiada en aquest treball per tal de GEO localitzar mascotes, nens petits o persones grans en cas de que aquests es perdin o desorientin.

6. Alarma antirobatoris

6.1. Estudi de la problemàtica

A Catalunya, com a la majoria de províncies d'Espanya o inclús d'Europa, un dels fets delictius més freqüents són els robatoris al patrimoni i en molts casos als habitatges dels veïns.

Aquest robatoris son molt presents en zones rurals donat que els delinqüents poden tenir més facilitats en l'acte delictiu. En els municipis rurals la densitat de població és més baixa i això fa que la presència del veïnat als carrers sigui menor, fet que provoca que l'escapatòria dels malfactors sigui més senzilla i puguin delinquir amb més llibertat. També val a dir, que en els municipis rurals molts dels habitatges són segones residències, i per tant són habitatges en que a la majoria del temps estan sense la presència dels propietaris. D'altra banda cal tenir en compte que molts dels municipis rurals de Catalunya, com ara Castellolí, tenen una comunicació molt senzilla i directe amb les carreteres nacionals principals, fet que provoca que l'escapatòria del delinqüent sigui molt més ràpida, i en pocs minuts se'ls perd la pista.

Hi ha molts sistemes d'alarma diferents però cal tenir en compte que, avui en dia, l'ús d'inhibidors de freqüències provinents de les alarmes dels habitatges són molt freqüents en els fets delictius per part dels delinqüents. Fet que s'estudiarà a l'apartat *6.3 Debilitats del mercat actual*.

D'altra banda, també cal tenir en compte el temps d'actuació dels cossos policials quan es rep una senyal d'alarma d'un robatori, que normalment es suficientment llarg per que els delinqüents actuïn. En molts casos, els habitatges no estan dotats de cap sistema d'alarma o bé s'ha pogut inhibir la freqüència de l'alarma per part dels delinqüents i per tant no es té constància del fet fins un llarg temps després de que aquests succeeixi.

En aquest apartat es pensarà i es dissenyarà un sistema que, mitjançant l'Internet de les coses (IOT) i la tecnologia SIGFOX, pugui mitigar aquests fets delictius i reduir al màxim el temps d'actuació dels cossos de seguretat.

6.2. Estudi de mercat

6.2.1. Dades històriques

A Catalunya hi ha al voltant de 500.000 fets delictius cada any. Per estudiar aquesta problemàtica s'agafarà les dades del any 2014 per tal d'estudiar-les i observar-hi les tendències.

A l'any 2014 hi va haver 493.609 fets delictius. El 85% d'aquests fets (419.195) van ser contra el patrimoni, el 11% contra les persones i el 4% el conjunt d'altres fets delictius [6].

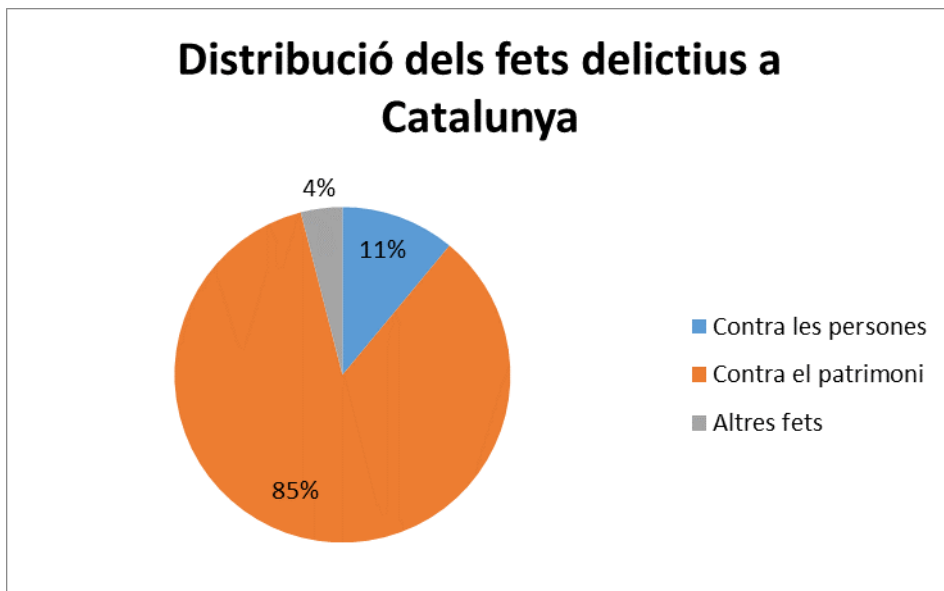


Figura 15. Distribució dels fets delictius a Catalunya.

Al llarg de l'any 2014 gairebé hi va haver 110.000 fets delictius contra el patrimoni que es distribueixen de la següent manera:

Nombre de robatoris amb violència i/o intimidació (2014)

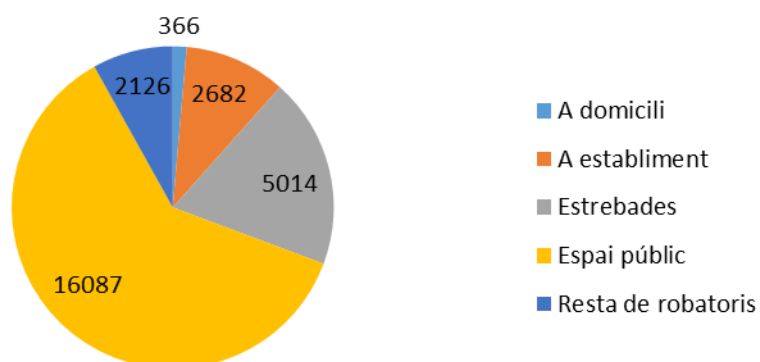


Figura 16. Nombre de robatoris amb violència i/o intimidació al 2014

Nombre de robatoris amb força (2014)

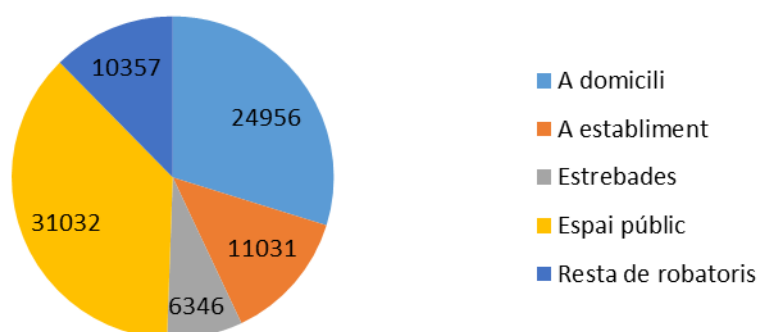


Figura 17. Nombre de robatoris amb força al 2014

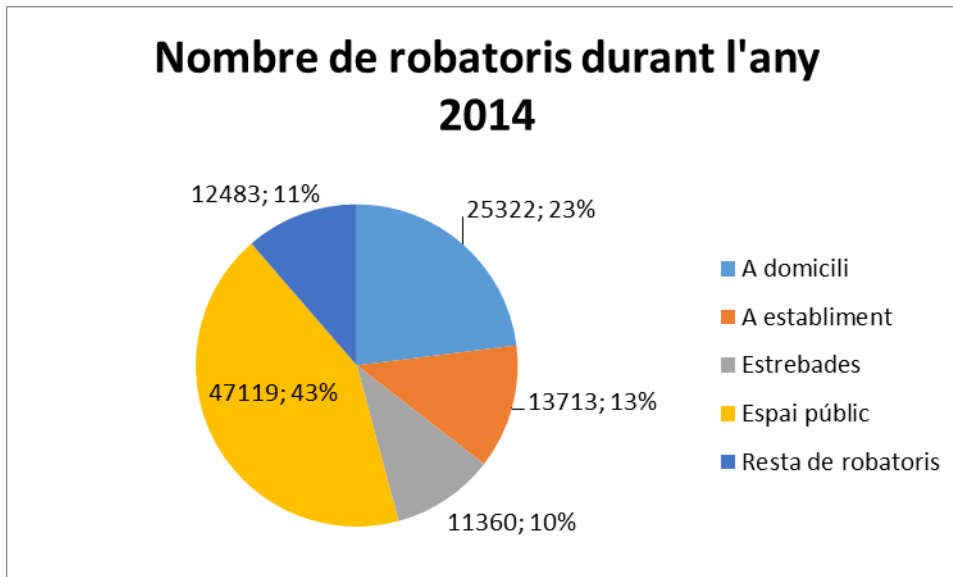


Figura 18. Nombre de robatoris durant l'any 2014

Com es veu en el recull de dades, durant l'any 2014 hi ha haver més de 25.000 fets delictius contra el patrimoni del domicili, i gairebé 14.000 fets delictius contra el patrimoni dels establiments. El camp d'estudi d'aquest treball es centra en treballar i prevenir robatoris en domicilis i establiments, que sumen un total del 33% dels robatoris (39033 fets) durant l'any 2014 a Catalunya. Molts d'aquests fets es produeixen en municipis rurals com ara Castellolí [7].

Moltes notícies dels últims anys corroboren que el municipi de Castellolí pateix de manera força freqüent aquest tipus de delictes. A principis de 2015 es va desmantellar una banda organitzada que va cometre robatoris "silenciosos" durant anys a molts municipis catalans, entre molts, Castellolí. A mitjan 2014, es va detenir l'autor del robatori amb força a un establiment de restauració de Castellolí [8].

En aquest treball es centrarà en reduir el nombre de delictes i el temps d'actuació dels cossos policials en robatoris de domicilis i establiments de Castellolí.

6.2.2. Mercat actual

Donat que els robatoris en domicilis o establiments són molt freqüents avui en dia, moltes empreses han introduït al mercat molts sistemes d'alarma per detectar, prevenir o impedir aquests fets delictius.

Un sistema d'alarma es un element de seguretat passiva. Això significa que no eviten les situacions però si són capaces d'advertir-les, complint d'aquesta manera, una funció dissuasiva davant a possibles problemes. Les alarmes poden complir diverses funcions: detectar la intrusió de persones, detectar l'inici d'un foc, el desbordament d'un tanc, presència d'agents tòxics, es a dir, qualsevol situació anormal per l'usuari. Són capaces de reduir el temps d'execució de les accions a prendre en funció del problema presentat, reduint d'aquesta manera les pèrdues.

Donat el notable augment de la inseguretat en els últims anys, els sistemes d'alarma tradicionals ja no funcionen tan eficientment com abans i els fabricants treballen per millorar aquests sistemes.

Els nous sistemes d'alarmes intel·ligents es caracteritzen per proporcionar màxims nivells de seguretat i fiabilitat tot i que a un al cost per part de l'usuari i una assistència tècnica que depèn de l'empresa contractada.

A continuació s'exposaran els diferents sistemes que utilitzen els actuals sistemes de seguretat per a habitatges i establiments.

Sensors de contacte en finestres i portes: Un dels recursos més utilitzats en les alarmes actuals son els sensors de contacte en les finestres i portes de l'habitatge. Aquests sistemes normalment estan dotats de bateries autònomes per evitar tenir una instal·lació elèctrica complexa en tots els punts on s'instal·lin. Si l'usuari activa l'alarma, en quan una porta o finestra s'obri, l'alarma enviarà un senyal d'intrusió directa a l'empresa de la marca o bé als cossos policials [9].



Figura 19. Exemple de sensor de contacte en finestra

- Fotodetectors o sensors de moviment: Els detectors de moviment s'encarreguen de protegir les parts interiors dels habitatges o establiments. Aquests sistemes detecten el moviment dins la zona d'incidència quan l'usuari activa l'alarma, i aquesta dóna l'alerta si es detecta mobilitat en la zona. Alguns d'aquests sistemes, de la mateixa manera que els sensors per contacte, contenen d'una alimentació autònoma per evitar complicacions en la instal·lació elèctrica. Alguns d'aquests sistemes combinen el sistema de sensor de moviment amb la verificació per imatge, és a dir, tenen càmeres instal·lades en el mateix dispositiu, de tal manera que l'intrús queda fotografiat en la base de dades de l'empresa, i si s'escau, l'usuari o els cossos policials poden accedir a aquestes dades depenent de la política de l'empresa.



Figura 20. Exemple de fotodetector o sensor de moviment.

- Avis per sirenes: Un cop detectada la intrusió algunes alarmes emeten un fort soroll mitjançant unes sirenes. D'aquesta manera l'usuari se n'adona de la intrusió en cas de que en el moment del delictes es trobi a casa, o si l'usuari no es troba a l'habitatge els veïns o cossos policials s'assabenten de la intrusió.
- Avis per xarxa: Els avisos d'intrusió actualment també es donen per la xarxa, utilitzant internet, avisant a l'empresa de l'alarma o bé directament als cossos policials. Algunes empreses utilitzen xarxes pròpies per reduir el risc dels inhibidors de freqüències, tot i que això augmenta el cost del sistema de seguretat.

6.3. Debilitats del mercat actual

Els sistemes de seguretat actuals tenen certes debilitats o inconvenients que s'estudiaran en aquest treball per tal de, mitjançant L'Internet de les coses i la tecnologia SIGFOX, disminuir o evitar-los.

- Cost del sistema de seguretat

Actualment els sistemes de seguretat pels habitatges tenen un cost considerable que es reduirà amb el sistema proposat.

Els preus de les alarmes sense quotes oscil·len entre els 100 € i els 500€ al nostre país. Tot i que hi ha empreses que funcionen amb un pagament per quotes i que per tant fixa un cost fix per l'usuari. D'altra banda cal tenir en compte que els preus d'aquests sistemes de seguretat poden augmentar molt en funció de diversos factors. El cost d'un sistema de seguretat d'alarma augmenta si: l'habitatge es un xalet i no un pis, si es segona residència en comptes d'habitatge habitual, si està fora del nucli urbà, si l'habitatge no està vigilat, si no està a peu de carrer, si te accessos secundaris com jardins, balcons o terrasses, si està dotada de reixes a les finestres, depenent del codi postal de la ubicació de la casa, si ha ocorregut algun robatori amb anterioritat, entre molts d'altres factors que poden arribar a pujar molt el cost.

Cal tenir en compte que el municipi on s'estudia la instal·lació del nou sistema proposat és Castellolí, i que la majoria d'habitatges o negocis compleixen molts dels requisits anomenats anteriorment per tal de que el cost del sistema de seguretat d'alarma augmenti. En aquest municipi hi ha molts xalets i molts habitatges fora del nucli urbà, que no tenen vigilància, que tenen molts accessos secundaris com jardins i terrasses, i històricament es un municipi on s'han donat molts casos de robatoris.

Per tant, podríem dir que en general, la instal·lació d'un sistema de seguretat d'alarma actual al municipi de Castellolí implicaria un cost al per l'usuari de l'habitatge o establiment.

- Instal·lació complexa del sistema i impacte visual a l'habitatge

Les alarmes actuals, també venen acompanyades d'una instal·lació per part de l'empresa del sistema de seguretat, que pot comportar costos per l'usuari. Aquestes instal·lacions provoquen també, per l'habitatge un impacte visual ja que aquests dispositius són nombrosos i s'instal·len en parets, finestres i portes de la casa.

- Inhibidors de freqüències

Un inhibidor de freqüència és un dispositiu electrònic d'ús il·legal per particulars que s'utilitza per saturar les bandes de comunicació dels aparells electrònics, amb la finalitat de que aquests deixin de funcionar correctament. Aquests dispositius introdueixen a la freqüència indicada soroll, informació sense utilitat que satura la banda impedit d'aquesta manera que la informació important o que es vol transmetre no arribi. Els inhibidors poden ser utilitzats per interferir diferents tipus de comunicacions com xarxes mòbils, radars de velocitat, sistemes de seguretat, Bluetooth, GPS, infrarojos, ETC. Es basen en un circuit que compta amb un oscil·lador que genera la senyal, un generador de soroll, una etapa de guany per donar suficient potència a la senyal i finalment una o varies antenes que transmeten les senyals generades pel dispositiu.

En els últims anys l'ús dels d'aquests dispositius ha augmentat considerablement en els robatoris. Tot i que sobretot s'utilitzen en els robatoris de vehicles també s'utilitzen cada dia amb més freqüència en els robatoris d'habitatges particulars.



Figura 21. Exemple d'inhibidor de freqüència

6.4. Solució proposada

6.4.1. Variables a analitzar

La solució proposada per esquivar aquests problemes que presenten el sistemes de seguretat actuals està pensada per substituir el sistema d'alarma en cas de que l'usuari

no pugui o no vulgui permetre's un sistema d'aquest tipus, però també podrà ser utilitzat per usuaris que ja tinguin alarma i que li vulguin donar més seguretat al habitatge o establiment.

En la solució proposada, es voldrà analitzar el moviment relatiu del xip construït. Es a dir, s'instal·larà el xip en algun objecte quotidià de la casa per tal de detectar un moviment inusual. Aquest objecte en el que s'instal·li el xip haurà de ser un objecte susceptible d'esser comprovat per un delinqüent al entrar al habitatge, com un joier, una capsa o algun calaix. D'aquesta manera serà important que l'usuari sigui conscient de l'objecte que ha triat com a alarma, i que ha de ser quelcom que com a usuari de l'habitatge no toqui o mogui mai.

Donat que aquesta tecnologia funciona amb una xarxa pròpia i diferent a totes les altres xarxes que s'utilitzen de manera més freqüent, en el moment en que es detecti el moviment del xip, un senyal serà enviat o bé a l'usuari o bé als cossos policials per tal de que intervinguin en el robatori.

6.4.2. Tecnologia utilitzada

Xip TD1205 P

Tal i com s'ha explicat en l'apartat *4.4 Dispositius* en les solucions proposades en aquest treball s'utilitzaran dispositius de la companyia TELECOM Design que són aparells amb connectivitat a SIGFOX. Per a la solució d'aquest apartat, alarma antirobatoris s'utilitzarà el xip TD1205 P donat que les prestacions del propi xip cobreixen les necessitats del problema. Aquest xip consta d'una antena integrada el que fa que no necessiti plaqueta per connectar-se a la xarxa SIGFOX. A part de comptar amb l'antena integrada, aquest dispositiu està dotat amb un acceleròmetre triaxial, GEO localització entre d'altres prestacions. Com s'ha definit en l'apartat anterior, per tal de solucionar el problema, només caldrà que el xip consti d'un acceleròmetre i que per tant pugui mesurar forces aplicades al objecte triat per l'usuari.

Sistema d'alimentació

Tots els mòduls utilitzats en les solucions proposades consumeixen molt poca energia i disposen de molt bona eficiència i rendiment. El dispositiu TD1205 P treballa entre 2,3 V i

3,3 V. Com s'ha comentat al apartat 4.6 *Sistemes d'alimentació* les dues opcions que es presenten per alimentar els mòduls són, amb bateria o pila, o bé amb plaques fotovoltaïques. Com el sistema proposat en aquest apartat és un sistema pensat per estar dins l'habitatge o establiment de l'usuari, la manera més pràctica d'alimentar-lo és amb bateries o piles. D'aquesta manera el xip podrà estar col·locat en qualsevol punt de la casa sense necessitat d'estar sotmès a la llum solar. Per tant, aquest dispositiu de seguretat haurà d'estar connectat a una pila de 3V que l'usuari haurà de canviar en quant s'esgoti. De totes maneres, donat que el consum del xip és tant baix, aquest canvi s'hauria de fer amb molt poca freqüència i no seria un handicap per l'usuari. També cal tenir en compte, que el dispositiu està dotat d'un detector d'estat de bateria que envia una senyal en cas de que aquesta s'estigui esgotant.

Monitorització de les dades

En el apartat 4.5 *Monitorització i gestió de dades* s'ha explicat les capacitats que tenen els xips d'enviar dades, com s'organitzen i executen, com es gestionen i com es proveeixen. A continuació s'explicarà com es monitoritzaran les dades obtingudes d'aquest xip, per aquesta solució en concret.

Primerament, caldrà que aquest dispositiu tingui monitoritzada la bateria. Amb un avís per un nivell baix d'aquesta serà suficient, ja que no caldrà que notifiqui a l'usuari que aquesta està en càrrega correcta. D'aquesta manera l'usuari podrà rebre un avís a un dispositiu extern i personal, de que un dels seus sensors requereix un canvi de bateria.

Per altra banda, cal tenir en compte que aquest sistema de seguretat es basa en la detecció de moviments del xip. L'acceleròmetre d'aquest dispositiu és capaç de enviar dades amb una certa freqüència de les acceleracions en els 3 eixos o bé enviar un missatge d'avís cada vegada que l'acceleròmetre sobrepassi un valor d'acceleració determinat. En aquest apartat, per al sistema de seguretat es necessària la segona opció, ja que només interessa saber si l'objecte triat per l'usuari està essent manipulat per una tercera persona. Aquest avís podrà ser enviat al propi usuari, a l'empresa privada o entitat pública que gestioni aquest nou sistema, o bé als cossos policials, de manera immediata.

7. Prevenció d'incendis

7.1. Descripció de la problemàtica

Degut al tipus de vegetació i al clima sec de la Catalunya central, comarques com l'Anoia o el Bages s'han vist contínuament afectades per l'amenaça dels incendis forestals. A l'estiu aquest perill creix degut a les altes temperatures i a l'augment de la presència de persones als boscos i parcs naturals. Els incendis malmeten el medi ambient i perjudiquen greument la flora i la fauna de les zones afectades.

7.2. Estudi de mercat

7.2.1. Dades històriques

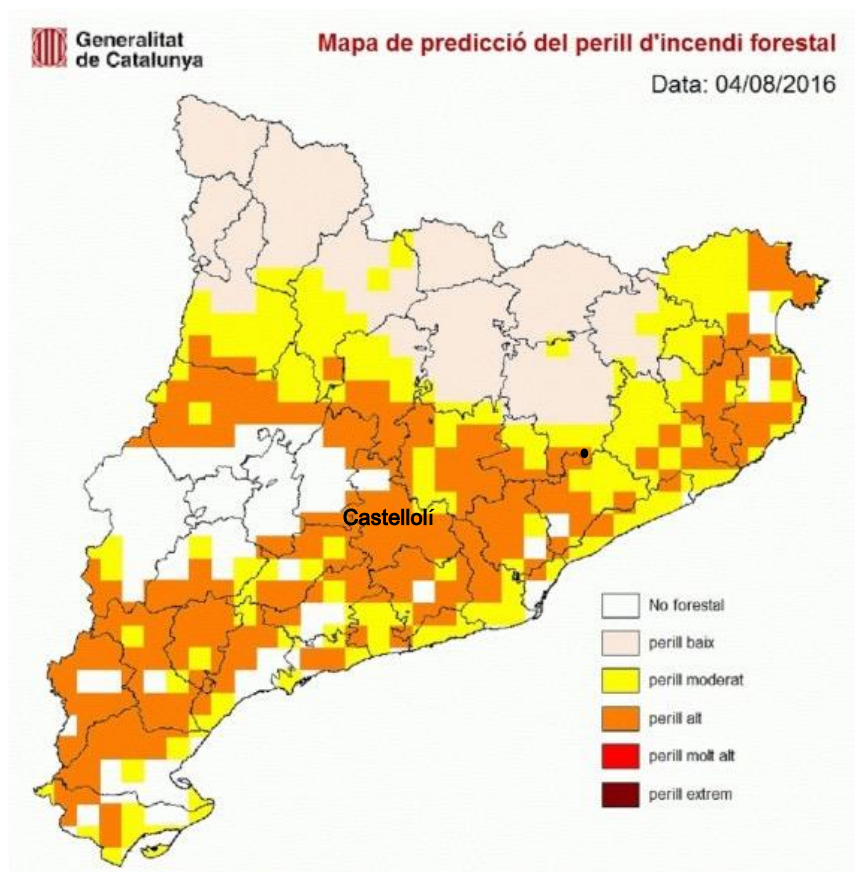


Figura 22. Mapa de predicció del perill d'incendi forestal a l'agost del 2016

Segons dades de la Generalitat a l'any 2016 la comarca de l'Anoia va registrar un total de 26 incendis que van afectar a una superfície total de 6,4 ha [10].

Un dels episodis més destacables recentment va ser en el 2015, quan un incendi va afectar part del Bages i part de l'Anoia. L'àrea va abastar Castellfollit del Boix, Sant Salvador de Guardiola, una punteta de Castellolí i Òdena on s'inicià el foc, a la comarca d'Anoia. Aquest incendi va cremar una superfície de 1280 ha [11].

La prevenció d'incendis depèn de varies variables. Cal conscienciació per part de la població, coordinació de les organitzacions per mitigar l'escenari i l'ús de sistemes per detectar i transmetre la informació de l'incendi amb el menor temps possible. Reduir aquest temps des de que es crea l'incendi fins que aquest és controlat i apagat es pot aconseguir amb la l'ús de diferents tecnologies, i una d'elles és l'Internet of Things.

7.2.2. Mercat actual

Actualment ja existeixen sistemes electrònics per a la prevenció d'incendis. Podem classificar la manera de combatre aquests en dos grups.

Sistemes d'identificació òptica o vídeo vigilància:

A Brandenburg, Alemanya, s'ha desenvolupat una eina nova amb un sistema de detecció d'incendis que es basa en l'ús de càmeres de vídeo vigilància. Aquest sistema ha rebut el nom de "Fire Forest Monitoring" (vigilància d'incendis), i es un sistema digital terrestre controlat remotament que té un abast per grans àrees boscoses. [12]

Les càmeres capten imatges mitjançant un escàner de 360 graus, que fa un gir cada 6 - 8 minuts. Aquest sistema és capaç de reconèixer automàticament columnes de fum amb una mida mínima de 10m x 10m a una distància de 15 a 20 km. En detectar l'incendi el sistema emet una alarma acústica i transmet les imatges juntament amb un informe detallat de l'incendi i un mapa amb la ubicació exacte d'aquest al centre de control.

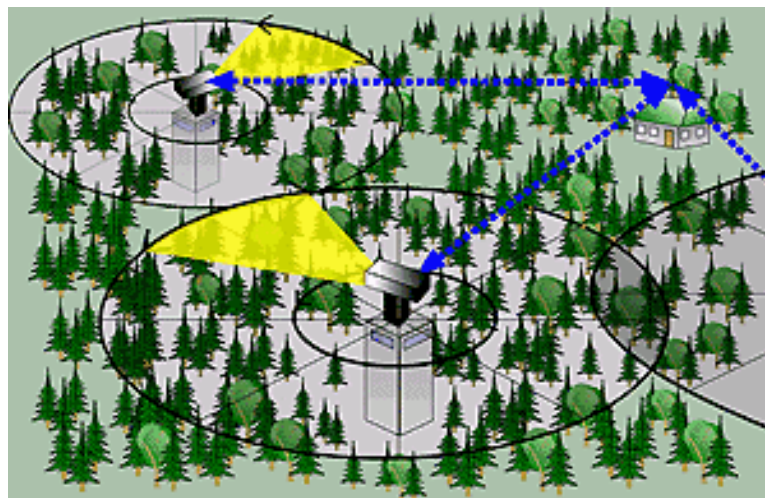


Figura 23. Esquematització del sistema Fire Forest Monitoring

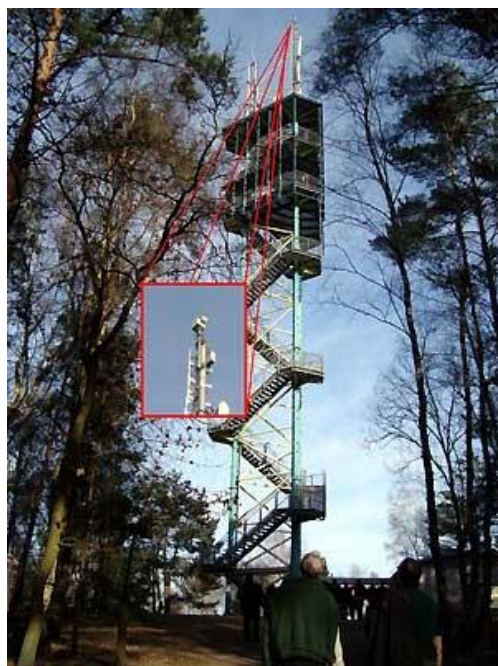


Figura 24. Fire Forest Monitoring a Brandenburg, Alemanya.

Aquest sistema és capaç de detectar un 50% dels incendis forestals en la seva fase inicial evitant així la propagació de les flames. Proporciona una informació molt detallada que facilita el control i la mitigació d'aquests, i té un abast considerable, ja que cada torre cobreix una superfície de 20 km de radi.

Tot i així, aquest sistema no és el més adequat per utilitzar-lo a les zones boscoses de l'Anoia, ja que el seu cost és excessiu i és un sistema sobredimensionat per la superfície que hauria de cobrir. La instal·lació d'aquest implicaria la construcció d'estructures molt altes i un car manteniment d'aquestes. Les dades recollides per les càmeres de vigilància no es poden transmetre via Internet of Things, ja que aquest sistema no admet el flux continu de tantes dades.

Sistemes basats en sensors meteorològics:

Aquests sistemes es basen en aparells que contenen sensors capaços de detectar diferents agents atmosfèrics i enviar les dades a un centre de control on es puguin processar adequadament. En aquests sistemes es necessita un nombre elevat d'aparells repartits estratègicament per la zona boscosa, degut al seu petit radi d'abast. Es monitoritzen les dades sobre un mapa del terreny, dibuixant així un mallat on cada aparell és un node. Amb la computació de totes les dades rebudes per cada node és pot tenir tota l'àrea controlada.

Un exemple d'un projecte que ha utilitzat aquest mètode és el SISVIA [13], "Sistema de seguimiento y vigilancia ambiental", emprat a les comunitats autònomes d'Astúries i Galícia. L'ha desenvolupat l'empresa Dimap S.L. (Digital Image Processing), una empresa pionera en enginyeria de medi ambient i agricultura. Aquest sistema s'ha emprat amb productes de Libelium i cobreix unes 210 hectàrees.

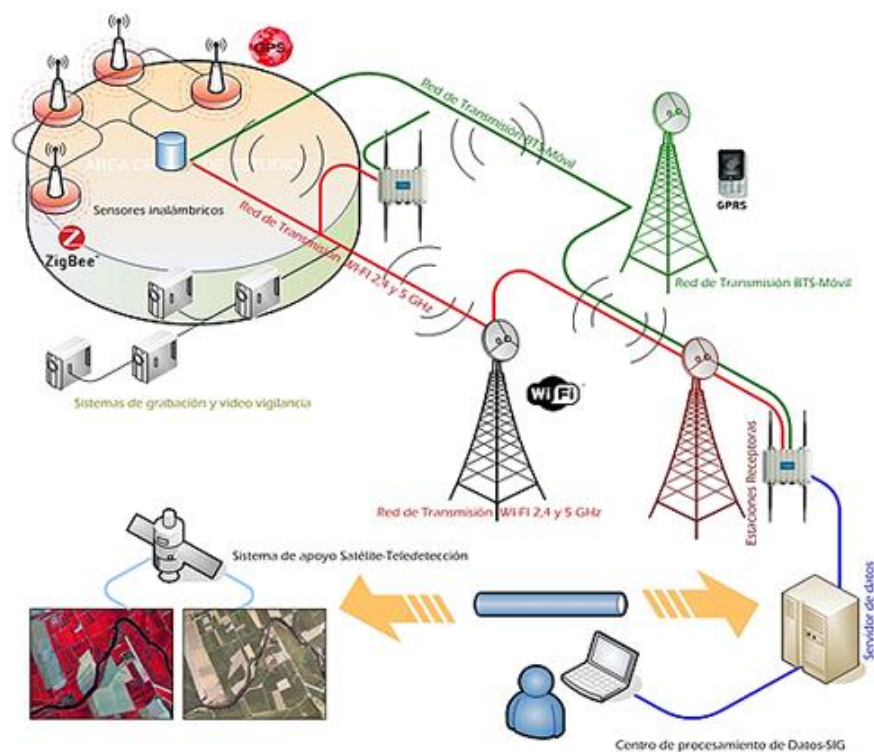


Figura 25. Arquitectura del sistema SISVIA

L'arquitectura d'aquest sistema es basa en tres subsistemes que interaccionen entre ells, tal i com es pot veure en la *Figura 25*.

Sistema de sensorització i comunicació:

Es tracta d'una xarxa sensorial i una xarxa de comunicació interna i externa. La primera són els diferents nodes del mallat que es defineix sobre el terreny, aparells que s'encarreguen de recollir les dades predefinides i enviar-les. La xarxa de comunicació són els elements que faciliten el trànsit d'aquestes dades, els repetidors de senyal i les antenes que proveeixen internet sense fils a tot el sistema. En aquest apartat entren les xarxes GSM o de transmissió de dades 3G.

Sistema d'observació de la Terra

Aquest sistema consisteix en una base de dades d'informació ambiental. En l'estudi previ al projecte s'analitzen quines variables són d'interès per poder dur a terme els objectius fixats, i un cop definits cal disposar d'una base de dades que recopili tota aquesta informació per al seu posterior anàlisis i valoració.

Sistema d'anàlisis i simulació

Finalment s'integren les dades i els sistemes que conformen l'estructura funcional del sistema de vigilància en el sistema SIG (Sistemes d'Informació Geogràfica). Un SIG és un sistema informàtic que s'encarrega d'integrar, emmagatzemar, analitzar, simular i monitoritzar informació amb referències geogràfiques.

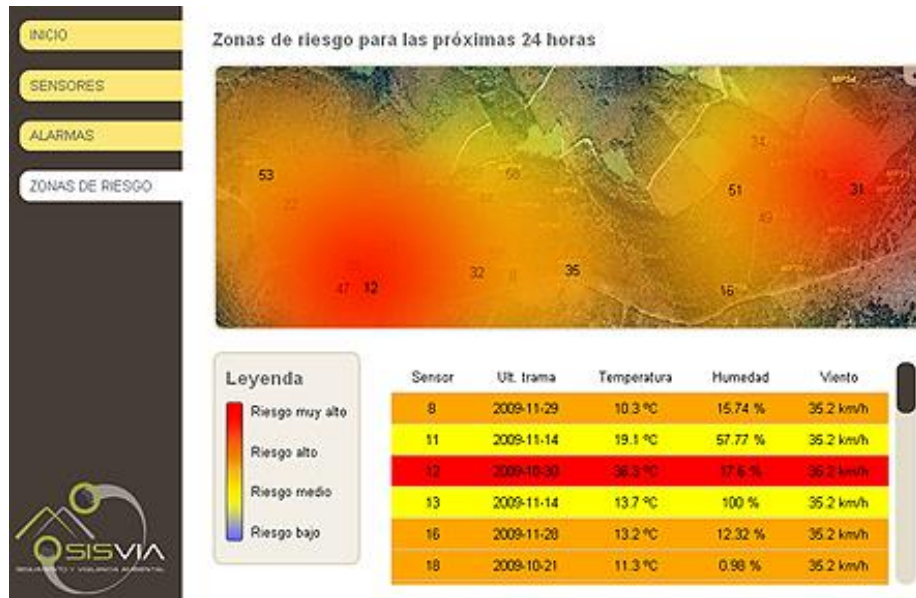


Figura 26. Integració i monitorització de dades a SIG.

Aquest sistema utilitza dispositius Wasmote, de la empresa espanyola Libelium. Aquest petits dispositius es poden connectar a diferents sensors (existeixen més de 110), i pot suportar fins a 16 tecnologies de radiocomunicació, d'abast llarg, mig i curt. D'abast llarg tenim 4G / 3G / GPRS / GPRS+GPS / LoRaWAN / LoRa / Sigfox / 868 MHz / 900 MHz. D'abast mig ZigBee / 802.15.4 / DigiMesh / WiFi. D'abast curt pot transmetre via RFID/NFC / Bluetooth 2.1 / BLE.

Als dispositius Wasmote de SISVIA se li han instal·lat sensors de temperatura, humitat relativa, monòxid de carboni i diòxid de carboni. Aquests aparells envien informació cada 5 minuts al centre de control. El Wasmote porta integrat un GPS, de tal manera que tota la informació es GEO localitza. Des del centre de processament de dades s'han fixat uns llindars per cada variable, i quan aquests son superats s'activa l'alarma d'incendi.

Els dispositius s'han col·locat a 1,5 km de distància entre ells i a 40 km d'una antena, que és la distància màxima en la qual poden enviar dades. Consumeixen molt poca potència i es passen la major part del temps en mode hibernació, activant-se només per transmetre dades. Disposen d'una bateria i d'una placa solar, de tal manera que son completament autònoms.

7.3. Solució proposada

7.3.1. Variables a analitzar

Per a poder proposar una solució sòlida cal valorar les variables es volen analitzar i que a la vegada poden ser recollides per algun dels mòduls de TD Next. Tenint en compte l'estudi de mercat fet i les capacitats dels mòduls emprats, s'ha decidit que les variables a analitzar són:

- Monòxid de Carboni (sensor extern)
- Diòxid de Carboni (sensor extern)
- Humitat relativa (sensor extern)
- Temperatura (sensor intern)

Un cop decidides les variables a monitorar s'han de triar el sensor adequats que ofereix el mercat per a poder dissenyar un prototip que ho integri tot. Un cop el prototip estigui dissenyat cal delimitar la zona que es vol controlar i fer un mallat del terreny ubicant els punts on s'instal·laran les estacions de recollides de dades.

7.3.2. Tecnologia i sensors

Com que per recollir tres de les quatre variables que es volen analitzar periòdicament es necessiten sensors externs, s'ha decidit que per aquest prototip s'utilitzarà el mòdul TD1205P. S'ha triat aquest mòdul ja que és més barat que el TD1204 i per aquesta proposta caldran molts xips per poder dur-la a terme. Pel que fa als sensors, interessa que aquests sigui el màxim barats possibles però que ofereixin unes bones prestacions. S'ha considerat que en aquest cas la mida d'aquests no és una variable a tenir en compte.

Monòxid de Carboni

Per a detectar el monòxid de carboni es necessita un sensor de partícules sensible a aquest gas. Un bona opció és el sensor de CO MQ-7, que subministra l'empresa Hanwei Electronics CO, amb un preu de 7,70€.



Figura 27. Sensor de monòxid de carboni MQ-7.

El MQ-7 té una sensibilitat per poder mesurar un rang d'entre 20 i 2000 ppm de CO a l'aire. El sensor funciona amb una tensió d'alimentació de 5V, i aquesta s'ha d'anar alternant amb una font de 1,4V. Es tracta d'un cicle d'escalfament i refredament per que pugui treballar i analitzar els gasos presents a l'ambient, alternant 60 s de 5V i 90 s de 1,4V. Com es pot veure a la Figura 28, la lectura màxima s'efectua a principi de cicle, quan es canvia l'alimentació de 1,4V a 5V.

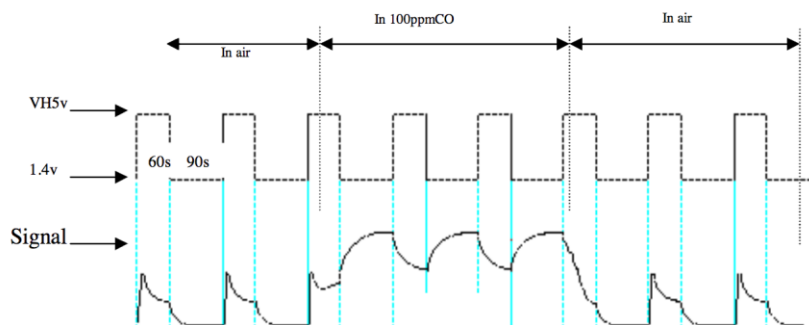


Figura 28. Senyal emesa pel sensor a cada cicle

Per a poder realitzar aquesta lectura cal un circuit electrònic tipus CLOCK que la sortida sigui una ona quadrada com la que volem. Això es podria aconseguir amb elements bàsics com transistors i resistències. Aquests tipus de sensors tenen quatre pins: El pin d'alimentació (Vcc), el de terra (Gnd), la sortida digital i la sortida analògica. La sortida analògica envia un voltatge que mitjançant una conversió es pot llegir com a la concentració de monòxid de carboni que hi ha a l'atmosfera, és la senyal que es pot veure a la Figura 28. La sortida digital envia una resposta positiva (un voltatge alt de 5V) quan les mesures superen un llindar establert. Aquest llindar es pot regular amb una resistència interna que té el circuit del sensor, el fabricant ofereix la fórmula per a poder calcular la resistència necessària per a cada cas. En el nostre cas es connectarà la sortida digital al port d'entrada digital GPIO del mòdul, havent fixat el llindar del sensor a 200 ppm de CO.

Diòxid de Carboni

Pel que fa al diòxid de carboni també s'ha considerat un sensor de la mateixa empresa proveidora que l'anterior. Es tracta del MQ-135, un sensor amb un circuit integrat que es pot trobar al mercat per un preu de 5,50€. Té un funcionament molt similar al MQ-7. El MQ-135 pot detectar diferents gasos com ara NH₃, NO_x, alcohol, benzè i CO₂. Amb l'ajust del potenciòmetre i la resistència necessària es pot programar perquè detecti diòxid de carboni. Es fixarà també que envii una senyal digital quan la mesura superi els 200 ppm.



Figura 29. Sensor de diòxid de carboni MQ-135.

Humitat relativa

La humitat relativa és també una variable molt important a tenir en compte. Una dels efectes de l'aparició d'un incendi en una zona és la gran variació de la humitat relativa a l'ambient. Per detectar aquesta variable s'utilitzarà el sensor SHT20D2009. Aquest producte és pot comprar per 4,48€, tot i que el preu pot variar si es demana en quantitat. A l'igual que els sensors anteriors, té tant sortida digital com analògica, i es pot programar perquè avisi quan la humitat relativa de l'ambient o la caiguda d'aquesta sigui pròpia de la d'un incendi. A part de mesurar la humitat relativa, és capaç de mesurar també la temperatura.

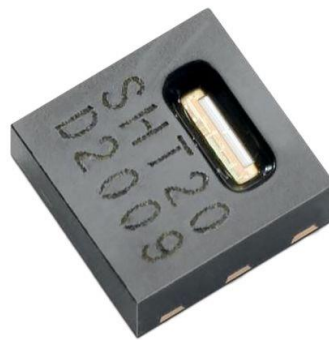


Figura 30. Sensor d'humitat relativa i temperatura SHT20D2009.

8. Control de la violència de gènere

8.1. Estudi de la problemàtica

La violència de gènere es defineix com un tipus de violència física o psicològica exercida contra qualsevol persona o grup de persones sobre la base del seu sexe o gènere que impacta de manera negativa la seva identitat i benestar social, físic o psicològic.

Segons la Llei Orgànica 1/2004, aquest tipus de violència és la que es produeix com manifestació de la discriminació, la situació de desigualtat i les relacions de poder dels homes sobre les dones, i s'exerceix per part de qui són y han sigut els seus conjugues o de quins estiguin o hagin estat lligat a elles per relacions similars d'efectivitat, inclús sense conveniència. La violència de gènere a la que es refereix la llei, compren tot acte de violència, física o psicològica, incloses les agressions a la llibertat sexual, amenaces, coaccions o privacitat arbitrària de llibertat.

Aquest tipus de violència està molt present en la societat d'avui en dia. Les dades dels últims anys a la regió espanyola tenen una certa tendència positiva molt lleu com s'analitzarà més detalladament al apartat 8.2.1, tot i així les dades segueixen sent molt negatives. Actualment segueixen havent casos de dones mortes cada any per aquest tipus de violència, i centenars de denúncies cada dia. Els últims 10 anys ha hagut un mínim del voltant de 50 víctimes cada any i el 2016 es van rebre una mitjana de més de 420 denúncies per violència de gènere als jutjats espanyols cada dia.

Durant l'any hi ha milers de denúncies relacionades amb la violència de gènere, moltes d'aquestes arriben als jutjats i són condemnades. Tenint en compte el nombre tant alt de casos i condemnats es considera en aquest treball aplicar la tecnologia d'Internet de les Coses per reduir aquestes dades tant desfavorables.

A continuació s'analitzaran més detingudament les dades històriques relacionades amb la violència de gènere dels últims anys.

8.2. Estudi de mercat

8.2.1. Dades històriques

Segons dades del Institut Nacional de Estadística (INE) de principis del 2017, un total de 28.281 dones van sol·licitar una ordre de protecció o mesures cautelars. La mitjana d'edat d'aquestes dones era de 36,6 anys i al dels agressors de 39,5 anys.

Com es mostra en el següent gràfic, cada any hi ha de l'ordre de 120.000 víctimes i un nombre més elevat de denúncies. El fet de que hi hagi més denúncies que víctimes es deu a que en molts casos la víctima denuncia de manera reiterada diverses vegades. Com es pot observar hi ha un augment del 8,7 % de víctimes del 2015 al 2016 i un augment de les denúncies del 10,6 % [14].

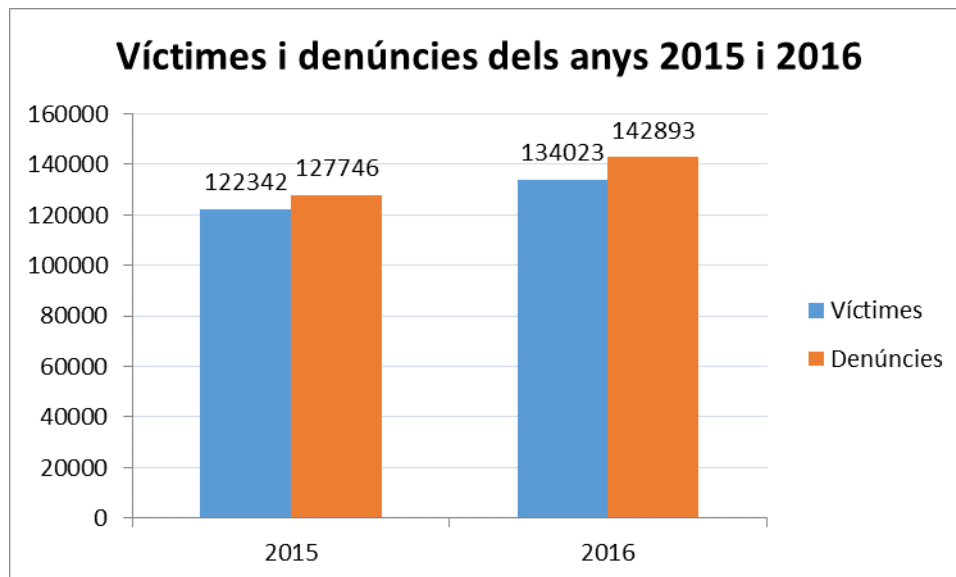


Figura 31. Víctimes i denúncies dels anys 2015 i 2016.

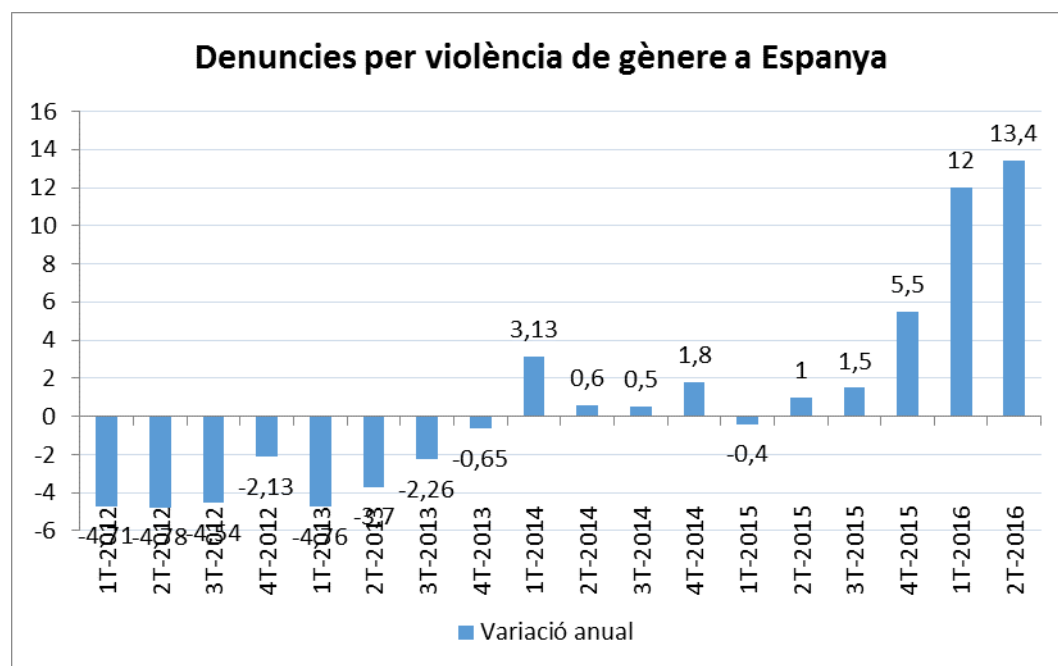


Figura 32. Denúncies per violència de gènere a Espanya.

Els casos més greus de violència de gènere acaben en homicidi, i les dades exposades a continuació mostren el nombre tant elevat de víctimes dels últims 10 anys que tot i tenir una tendència decreixent en l'últim tram, segueixen sent xifres molt elevades. En l'últim any (2016) va haver 53 homicidis relacionats amb la violència de gènere [15].



Figura 33. Víctimes de violència de gènere a Espanya els últims anys.

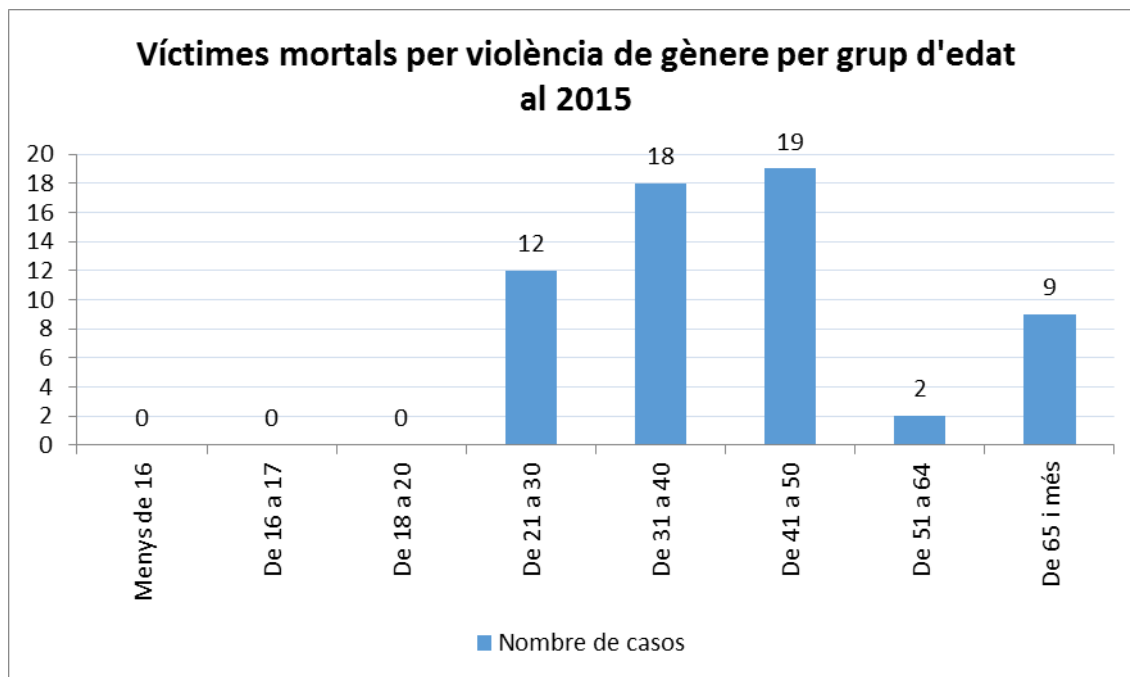


Figura 34. Víctimes mortals per violència de gènere per grup d'edat al 2015.

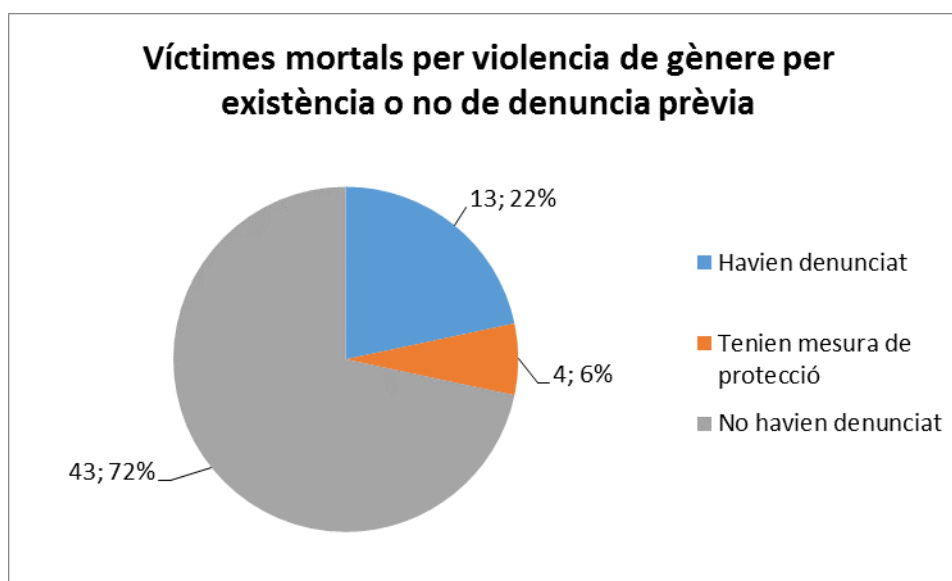


Figura 35. Víctimes mortals per violència de gènere per existència o no de denuncia prèvia.

Com s'ha vist en aquests apartat, avui en dia encara hi ha unes xifres molt altes de casos amb violència de gènere. El que es vol estudiar en aquest treball és controlar mitjançant internet de les coses i la tecnologia SIGFOX aquests casos.

8.2.2. Mercat actual

La polsera anti maltractament, és un dels únics dispositius utilitzats avui en dia i legislats per controlar les ordres d'allunyament. El seu nom tècnic és Sistema de Seguiment per Medis Telemàtics de les Mesures i Penes d'Allunyament en matèria de Violència de Gènere. Permet verificar el compliment de les mesures i penes d'allunyament imposades per jutges en els procediments que es segueixen per violència de gènere. Permet saber en tot moment on es troba l'agressor en relació a la víctima. Funciona amb un posicionament GPS, si aquest falla, amb un posicionament GSM i si aquest també falla amb un posicionament per radiofreqüència. Aquest dispositiu consta de tres aparells, dos els porta l'agressor i el tercer el porta la víctima.

El primer dels aparells que porta l'agressor és un braçalet que emet un senyal de radiofreqüència i que se sol col·locar al turmell.



Figura 36. Canellera del Sistema del Seguiment per Medis Telemàtics que porta l'agressor.

El segon dispositiu, que també porta l'agressor és semblant a un telèfon mòbil que es coneix com unitat 2 track, que funciona de manera similar a un telèfon intel·ligent recollint la senyal de radiofreqüència emesa pel braçalel. L'agressor ha de portar sempre a sobre els dos aparells.



Figura 37. Segon dispositiu del Sistema de Seguiment per Medis Telemàtics que porta l'agressor

La víctima ha de portar el tercer aparell, anomenat també 2 track. És molt similar al del agressor però té una antena que permet recollir la senyal de radiofreqüència emesa pels altres 2 aparells.



Figura 38. Dispositiu del Sistema de Seguiment per medis Telemàtics que porta la víctima.

El sistema detecta si l'agressor intenta treure's el braçalel o inutilitzar-lo, o si en algun moment no porta a sobre els dos aparells junts. En qualsevol d'aquests casos, el sistema avisa al agressor per que aturi, i si l'activitat persisteix, es comunica al cos policial encarregat de la protecció de la víctima.

Aquest sistema és el sistema que s'utilitza avui en dia al estat Espanyol per controlar aquest tipus de sentències de violència de gènere. Els inconvenients d'aquest sistema son diversos. En primer lloc la utilització d'aquest sistema requereix l'ús de tres dispositius diferents. A l'hora són força voluminosos tant per l'agressor com per la víctima.

8.3. Solució proposada

8.3.1. Variables a analitzar

La solució proposada en aquest projecte respecte al control de les víctimes i agressors en casos de violència de gènere, es basarà en el control de les sentències d'ordres d'allunyament.

Com s'ha vist en l'estudi de mercat, aquest control actualment esta cobert per el *Sistema de Seguiment per Medis Telemàtics de les Mesures i Penes d'Allunyament en matèria de Violència de Gènere*. Tot i així es creu que mitjançant l'ús de L'Internet de les coses i la tecnologia SIGFOX es pot millorar i proposar una solució més adequada i senzilla.

Amb la tecnologia utilitzada en aquest treball, es dissenyarà un sistema que consti de dos dispositius i per tant ens estalviem el segon dispositiu que ha de portar l'agressor.

La víctima haurà de portar a sobre un xip petit, que podrà portar de manera fàcil a qualsevol bossa, moneder o cartera. L'agressor només haurà de portar un braçalet, o bé al canell o bé al braç.

En aquesta solució proposada, les úniques variables a analitzar pel xip són, la GEO localització dels dos dispositius i l'estat de càrrega de bateria també, dels dos dispositius. Els sistema enviarà amb una freqüència continuada les dades de localització dels dos dispositius, i només es retornaran les dades en cas de que la localització d'aquests dos no compleixi la normativa establerta per la sentència.

Aquest dispositiu també podrà detectar i avisar en cas de que la bateria del xip de la víctima s'estigui esgotant, ja que el xip està dotat d'un detector de càrrega de bateria.

També caldrà controlar que l'agressor no manipuli o s'intenti extreure el braçalet. Tenir en compte i poder controlar aquest fet, no complica el funcionament del sistema. Si el sistema deixa de rebre les dades que es van enviant constantment a la xarxa per part del xip de

l'agressor, aquest ho tindrà en compte, i en el moment que passi això, s'enviarà un senyal de pèrdua de terminal. D'aquesta manera amb un temps màxim igual a la freqüència d'enviament de dades, el sistema detectarà la manipulació del xip de l'agressor. D'aquesta manera el sistema tindrà 3 funcions principals: controlar la distància entre agressor i víctima, controlar l'estat de bateria del dispositiu portat tant per l'agressor com de la víctima, i finalment controlar que el xip de l'agressor no s'intenta manipular o destruir.

8.3.2. Tecnologia utilitzada

Xip TD1205 P

En aquest apartat, per tal de controlar els casos de violència de gènere, també, com en altres apartats s'utilitzarà el xip TD1205 P, de la companyia TELECOM Design, que com s'ha comentat anteriorment, tenen connectivitat amb la xarxa SIGFOX. Les prestacions d'aquest xip cobreixen els requeriments del problema. Aquest xip donat que porta incorporada l'antena de comunicació amb la xarxa, no necessita de plaqueta addicional. També porta incorporats un acceleròmetre triaxial, el detector de càrrega de bateria, i lo més important per aquest aparta, la GEO localització. Per cobrir les necessitats d'aquest problema, serà suficient activar les funcions de GEO localització i detecció de càrrega de bateria. D'aquesta manera no cal utilitzar un xip més complet ja que no són necessàries les adaptacions d'altres sensors externs.

Sistema d'alimentació

Els mòduls utilitzats en les solucions proposades consumeixen molt poca energia i disposen de molt bona eficiència i rendiment. Com el dispositiu TD1205 P treballa entre 2,3 V i 3,3 V, i el sistema està pensat per poder esser traslladat amb l'usuari contínuament, aquest haurà d'estar alimentat amb bateries o piles suficients per poder-los alimentar. El propi sistema ja està dotat, com s'ha comentat anteriorment, de detecció de càrrega de bateria, per tant, l'usuari serà notificat en el cas que aquesta s'estigui esgotant, tot i que el baix consum d'aquests dispositius, fa que això passi amb molt baixa freqüència.

Monitorització de les dades

En l'apartat *4.5 Monitorització i gestió de dades* s'ha explicat les capacitats que tenen els xips d'enviar dades, com s'organitzen i executen, com es gestionen i com es proveeixen. A continuació s'explicarà com es monitoritzaran les dades obtingudes d'aquest xip, per a l'aplicació contra la violència de gènere en concret.

Caldrà monitoritzar i controlar les tres funcions principals del sistema: controlar la distància entre agressor i víctima, controlar l'estat de bateria del dispositiu portat tant per l'agressor com de la víctima, i finalment controlar que el xip de l'agressor no s'intenta manipular o destruir.

Per controlar la distància entre agressor i víctima, caldrà enviar dades amb una freqüència continua a la xarxa. Per aquest apartat, s'haurà d'enviar dades amb la màxima freqüència possible, de tal manera que, un cop enviades les dades es processin i es pugui calcular la distància entre els dos dispositius del sistema. Si aquesta distància és menor a una distància determinada, s'enviarà un avis als cossos policials que portin el cas en concret.

Per el control de càrrega de bateria, el sistema funcionarà com els altres sistemes esmentats anteriorment, amb un nivell baix d'aquesta serà suficient, ja que no caldrà que notifiqui a l'usuari que aquesta està en càrrega correcte.

Finalment per monitoritzar la manipulació o destrucció del sistema per part e l'agressor, només caldrà que en el moment en que es deixin d'enviar dades amb la freqüència habitual, per part del dispositiu de l'agressor a la xarxa, el sistema notifiqui als cossos policials que el xip ha deixat de funcionar. D'aquesta manera el sistema quedarà totalment controlat.

9. Botó d'emergència per tercera edat

9.1. Descripció de la problemàtica

Les urgències degudes a problemes de salut a la tercera edat són molt freqüents. Les persones amb una edat molt avançada es troben contínuament amb problemes de salut, i la seva capacitat de resposta davant d'una urgència és molt limitada. La complexitat de la telefonia mòbil actual pot suposar problemes a l'hora de les emergències. Segons dades de l'Institut Català d'Estadística, el grup d'edats que va visitar més el servei d'urgències al 2015 varen ser les persones amb edats d'entre 0 i 14 anys, representant un 39,5% del total. Seguit aquest grup, el 35,9% de les persones que van visitar urgències van ser gent de més de 74 anys. A partir d'aquesta edat és quan la persona pot tenir més problemes a l'hora de contactar amb els serveis d'urgències.

És per això que és molt important reduir el temps des de que es produeix l'emergència fins que els serveis sanitaris arriben a la persona en qüestió. En aquesta proposta s'analitza i es dissenya un prototip que podria mitigar aquests escenaris mitjançant Internet of Things.

9.2. Estudi de mercat

Actualment s'estan implementat sistemes semblants al proposat per a poder combatre la situació d'emergència descrita. Un exemple és el producte *Alert Pendant* de l'empresa *Alarm1*, empresa amb seu als Estats Units. Ofereixen un prototip que va vinculat sense fils a una centraleta de trucades, i en prémer el botó aquest envia una senyal a la centraleta i aquesta efectua la trucada. L'abast de la connexió sense fils es només de 180m, serveix per si la urgència es produeix al domicili de la persona o als seus voltants. El prototip més el servei costa 29,95\$ al mes, i si es vol connexió il·limitada des de qualsevol punt dels Estats Units costa 45\$ al mes.



Figura 39. Botó per urgències

Un altre botó d'emergència que es pot trobar al mercat es el Botó d'Emergència JA-03/C. Aquest aparell es pot col·locar en forma de polsera o en forma de penjoll al voltant del coll. Funciona amb connexió RF amb una freqüència de 433MHz i es connecta a la alarma WiFi o GSM. Quan el botó es premut s'envia una senyal a la alarma (centre de control) i aquesta envia un SMS de socors prèviament programat. El principal problema que té aquest aparell és que té un abast de 80 m, el que fa que només funcioni quan està als voltants de l'alarma central. Es pot trobar al mercat per 14,00€ sempre i quan es tingui la alarma central contractada amb l'empresa subministradora.



Figura 40. Botó d'emergència Ja-03/C

Un altre producte pensat per a les emergències de la tercera edat és el FATE (Fall Detector for the Elderly) [16]. Aquest projecte va estar vinculat a la UPC i es tracta d'un cinturó per a la gent de la tercera edat que és capaç de detectar la caiguda d'una persona mitjançant un acceleròmetre i un microcontrolador. Aquest aparell va vinculat a un telèfon mòbil que envia un missatge de SOS mitjançant una xarxa ZigBee a una estació principal.



Figura 41. Detector de caigudes FATE.

Un dels principals problemes dels productes actuals del mercat que busquen la solució a les emergències de la tercera edat és l'abast d'aquests. Solen estar vinculats a una estació central de control i les connexions deixen de funcionar quan l'aparell surt del radi de cobertura d'aquesta. L'ús d'Internet of Things resol aquesta problemàtica, i com s'ha vist a l'apartat 6 la xarxa SIGFOX està present en tots els punts d'Espanya.

9.3. Solució proposada

9.3.1. Variables a analitzar

La solució proposada consisteix en un prototip que es pugui col·locar a mode de braçalet o penjoll. Aquest aparell constarà únicament d'un botó que servirà per avisar al centre de control en cas de que l'usuari es trobi en situació d'emergència. Quan el centre de control reví el senyal enviada des de l'aparell avisarà simultàniament als serveis d'urgències i a la persona responsable o familiar del pacient.

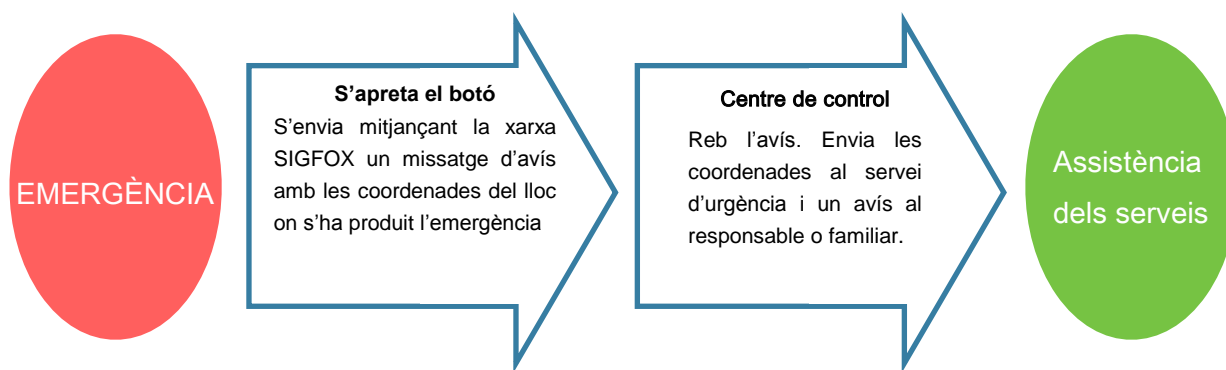


Figura 42. Seqüència d'accions des de l'aparició de l'emergència.

9.3.2. Tecnologia utilitzada

Interessa que el prototip sigui el més resistent, lleuger i petit possible. S'ha de poder portar com a polsera o penjoll sense que aquest sigui una molèstia. És per això que s'utilitzarà el mòdul TD1205P. Com ja s'ha vist prèviament, les antenes de GPS i Internet integrades i el petita mida d'aquest el fan un bon candidat per a aquesta proposta de solució. A part del mòdul, caldrà també un sensor extern (botó), una pila o bateria i el material necessari per a poder dur a terme el prototip. El sistema d'alimentació també ha de ser petit, és per això que s'utilitzarà una bateria de liti o pila de botó, juntament amb alguns elements electrònics com ara resistències i LEDs per avisar quan aquesta s'estigui a punt d'acabar.

Botó com a sensor extern

Com a botó extern s'utilitzarà el model wRobot Digital Switch. Aquest sensor té tres pins, el d'alimentació o Vcc, la presa de terra o GND i la sortida o OUT. La sortida GPIO es pot connectar fàcilment amb el mòdul TD1205P. Tot el conjunt funciona amb una alimentació de 5V, i envia una sortida digital de 5V quan es prem el botó. Si es vol alimentar tant el botó com el mòdul i ocupar el mínim espai possible caldrà utilitzar dues piles de botó de 3V en sèrie alguns elements electrònics com ara resistències perquè el voltatge que arribi al mòdul sigui d'uns 3V. El botó wRobot es pot trobar al mercat per 3€ i les piles de botó costen al voltant d'1,20€ la unitat.

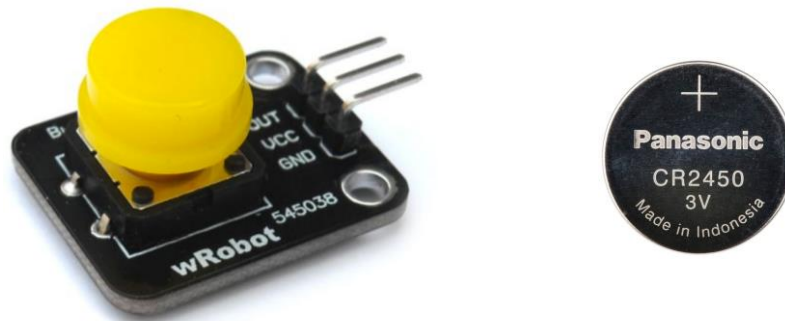


Figura 43. Botó wRobot i piles de botó

Sistema de comprovació de nivell de bateria

El botó només s'utilitzarà en moments puntuals (en cas de que es produeixi una emergència). Això vol dir que el consum de bateria és pràcticament nul. Tot i això, cal comprovar que la bateria està funcionant adequadament i que aquesta està carregada per evitar el mal funcionament del dispositiu en el moment de l'emergència. Pot ser que les piles es descarreguin al llarg del temps o pot ser que per error es col·loquin unes que ja estan descarregades. És per això que cal dissenyar un sistema per evitar aquest escenari, utilitzant dos LEDs i un botó de mida molt més petit a l'anterior.

El dispositiu tindrà un botó molt més petit amb el text de "Test", on prement-lo s'il·luminarà un LED de color verd indicant que la bateria està carregada i tot està correcte. Apart d'aquest, també hi haurà un LED de color vermell que s'il·luminarà quan la bateria s'estigui apunt d'acabar. Els LEDs són elements molt comuns i barats en el

món de l'electrònica i es poden trobar per un preu de 0,12€. Pel que fa al botó *Test*, s'utilitzarà el model de la Figura 12.3.3, que es pot aconseguir per un preu de 0,50€ la unitat i té unes dimensions de 12mm x 12mm.



Figura 44. Elements del sistema de comprovació de bateria. LEDs i botó

Falsa alarma

Un dels principals problemes que pot comportar aquest tipus de botons és que es premin involuntàriament. El fet de ser un dispositiu que la persona de la tercera edat portarà a sobre pot originar aquestes falses alarmes. Per evitar aquest escenari es mitigarà des de dos punts de vista diferents.

Primer de tot cal que el botó no s'activi fàcilment, és a dir que la geometria d'aquest dificulti ser premut per accident. Això s'aconseguirà fent que la superfície del botó estigui per sota de la superfície del prototip. En un principi s'ha pensat en una tapa protectora que impedisís l'accés al botó, però podria causar problemes en el moment de l'emergència.

A part de la geometria del prototip, també cal mitigar l'escenari de la falsa alarma amb un codi d'enviament d'avís. Això es pot aconseguir programant el dispositiu perquè envii el missatge de SOS després de que el botó s'hagi premut durant 5 s, evitant que envii el missatge en casos de cops involuntaris.

Tal i com s'ha descrit a la figura 12.3.1 a la seqüència d'esdeveniments, el dispositiu envia un missatge tant als serveis d'urgències com al responsable o familiar de la persona. En cas de que s'enviés una falsa alarma, es podria desmentir si algun d'aquests dos es posa en contacte amb la persona i corrobora que realment és una falsa alarma. Per tant, el pla d'actuació seria mobilitzar el serveis immediatament i intentar posar-se en contacte amb la persona.

9.4. Prototip

El prototip ha d'integrar tots els elements descrits a l'apartat anterior, que són dos LEDs, dues bateries de botó, el botó d'emergència principal, el botó petit *Test* i el mòdul TD1205P. S'utilitzarà un material lleuger i a la vegada barat com ara l'ABS. El disseny d'aquest ha de ser compatible amb un corretja de tal manera que es pugui utilitzar com a braçalet. Aquesta corretja pot estar feta de Resina Polyjet, una resina flexible, resistent i barata.

10. GEO localització

10.1. Estudi de la problemàtica

En aquest apartat es tractaran 3 problemes diferents, que podran tenir una solució comú. El problema principal que es presenta en aquest apartat és la pèrdua de mascotes per part dels propietaris, la pèrdua de nens petits o persones de la tercera edat per part dels responsables o tutors.

Com aquest treball està enfocat en el context d'un municipi rural com es Castellolí, el cas de pèrdua de mascotes està molt present, ja que en aquest àmbit les mascotes acostumen a estar més lliures i amb més facilitat d'escapatòria o desorientació. També cal tenir en compte, que en el context d'una zona rural o de boscos, són molt comunes les excursions familiars, i per tant també es podria donar el cas que els nens es perdin pels boscos o pels camps.

En aquest tipus de municipis rurals com Castellolí, la mitjana d'edat és molt alta, la població ha envellit molt en aquests pobles, i la majoria de gent gran o bé viuen amb el cònjuge o bé viuen sols. D'aquesta manera també en aquest context hi ha un risc de que els avis es puguin perdre o desorientar si acostumen a moure's sols pel municipi.

10.2. Estudi de mercat

10.2.1. Dades històriques

A continuació s'analitzarà dades històriques que ajudaran a entendre el problema.

- Pèrdua de mascotes

Les següents dades estan obtingudes del Arxiu d'Identificació d'Animals de Companyia.

Avui en dia, menys d'un dia és el temps mig que passa entre l'avís de la pèrdua de l'animal i la recuperació d'aquest per part del seu propietari. Cal tenir en compte que aquest temps augmenta considerablement en el cas de que l'animal no porti implantat el microxip d'identificació.

En la següent taula es mostra les dades dels animals trobats per l'organització, les recuperacions d'aquests animals per part del propietari, i el percentatge de recuperació des de l'any 2004 al 2013 [17].

Anys	Animals trobats	Recuperacions	% Recuperació
2004	4229	1067	25%
2005	4926	1364	28%
2006	6008	1909	32%
2007	5120	1920	37%
2008	6122	3613	59%
2009	5738	3709	65%
2010	5482	3578	65%
2011	5634	3444	61%
2012	5129	3160	62%
2013	5284	3420	65%

Taula 4: Animals trobats i recuperats per l'Arxiu d'Identificació d'Animals de Companyia.

En la següent figura s'ha graficat aquestes dades per tal de poder-les estudiar i analitzar millor.

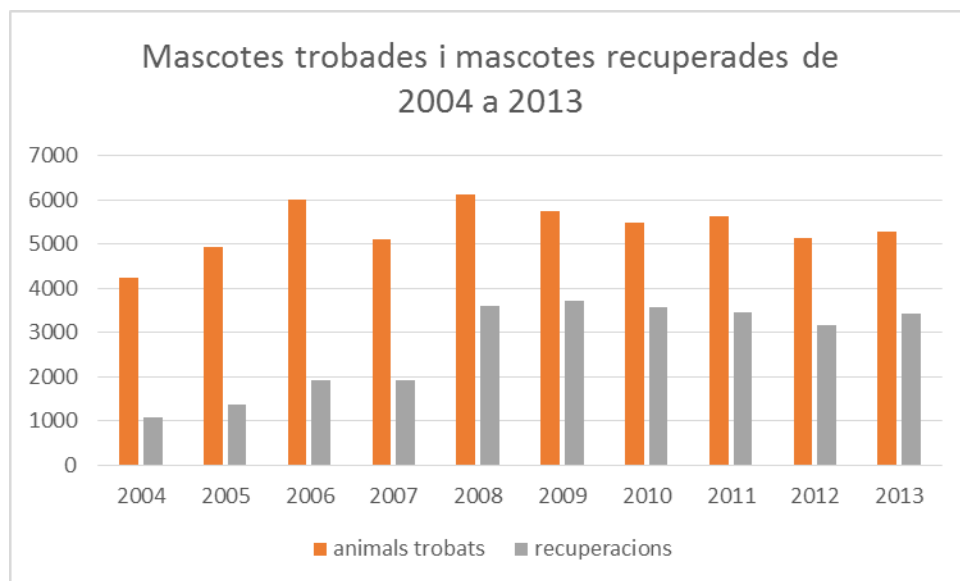


Figura 45. Mascotes trobades i mascotes recuperades del 2004 al 2013.

Com es pot observar en el gràfic, la tendència d'animals trobats per l'organització és molt estable i està al voltant de les 5000 mascotes l'any. Tot i que aquesta tendència és estable, es pot observar que el nombre de recuperacions d'aquests animals per part dels propietaris ha anat augmentant i progressivament aquest nombre es va acostant al d'animals trobats. Tot i així, encara en els últims anys hi ha un nombre molt elevat d'animals trobats per l'organització que no són recuperats mai pels propietaris.

En la següent gràfica s'aprecia la tendència creixent dels últims anys del percentatge de mascotes recuperades en relació al nombre de mascotes trobades per l'organització.

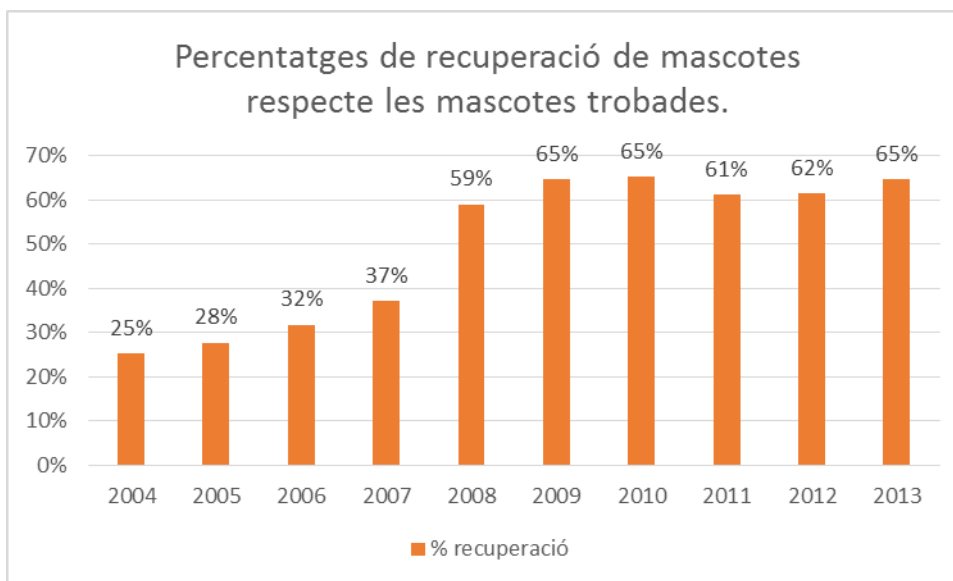


Figura 46. Percentatge de recuperació de mascotes respecte les mascotes trobades.

En els darrers 5 anys, el percentatge mig de recuperació de mascotes per part dels propietaris és del 63 %. En els darrers 10 anys la mitjana era del 50%. En 5 anys la mitjana de recuperacions ha augmentat un 15%.

- Pèrdua de nens petits

En aquest apartat es tractarà sobre la preocupació que els pares o tutors tenen pels fills per que aquests no es perdin o es desorientin. En una zona rural com la estudiada en aquest treball, es costum fer activitats de lleure, com excursions, pícnic, acampades, entre d'altres tant en un àmbit familiar com en un àmbit educatiu. Avui en dia encara es donen casos en que alguns nens es perden o desorienten. També es dona el cas en que molts pares encara que no passi cap fet així, volen tenir un control més exhaustiu dels seus fills per augmentar la seva tranquil·litat. Moltes d'aquests pares s'exposen a una frustració per la falta d'informació de la ubicació dels seus fills.

Moltes notícies dels últims anys corroboren aquesta problemàtica.

Per exemple, l'1 de desembre de 2016 es van perdre 4 nens de 3 anys que estaven al bosc del costat del col·legi en que estudiaven, a la Floresta. En quan els responsables de l'escola es van adonar van trucar als cossos de seguretat i aquests, donat que els infants no tenien cap dispositiu que els pogués informar de la seva ubicació, es van mobilitzar 8 dotacions terrestres, l'helicòpter dels Bombers de la Generalitat, Protecció Civil, la Policia

Local, ADF i una ambulància de Sistema d'Emergències Mèdiques. Els infants van ser localitzats només una hora després de la seva desaparició, però pel fet de no utilitzar cap dispositiu de seguretat com el plantejat en aquest treball, la mobilització de seguretat va ser molt gran [18].

- Pèrdua de gent gran

A Catalunya, la xifra total de denúncies per pèrdua de persones escala fins a les 3955, més de 10 al dia. Una part important d'aquestes denúncies venen donades per pèrdua de persones de la tercera edat. L'increment de denúncies en els últims anys va lligat a les millores tecnològiques de les quals disposen els cossos policials.

Moltes notícies dels últims anys corroboren aquesta problemàtica.

Per exemple, el 8 de juny del 2017 es va perdre una veïna de Llagostera de 76 anys. Els bombers el dia següent, la van trobar morta a 500 metres del nucli urbà. No presentava signes de violència, i la hipòtesi principal defensa que la veïna es va desorientar.

Provablement, amb l'ajuda de dispositius d'ubicació aquests casos es reduirien, i els responsables d'aquest sector de la població podria estar més tranquil i amb els seus essers estimats més controlats.

10.2.2. Mercat actual

Pel que fa al control de les mascotes, des de l'any 1994 és obligatòria a Catalunya, que tots els gossos i gats estiguin identificats amb un microxip, que els implanta el veterinari sota la pell del coll. El microxip subcutani o microxip d'identificació es una petita càpsula de vidre especial, del gruix d'un gra d'arròs i de menys d'1,5 cm de llarg. En el seu interior hi ha un transponedor amb un codi únic que permet la identificació dels animals.



Figura 47. Microxip subcutani per a la identificació de mascotes

El codi no pot ser alterat i es el que serveix per identificar als gossos i gats al llarg de la seva vida. No cal canviar el xip si el propietari de la mascota es muda de ciutat o es canvia de país, només cal acudir al veterinari per que actualitzi les dades.

El seu objectiu principal és identificar als gossos i altres animals per evitar abandonaments, abusos, robatoris i sobretot, facilitar que qualsevol gos perdut pugui tornar com abans amb els propietaris.

El codi únic es llegeix per un lector especial i torna les dades completes del propietari, per aquesta raó és molt important tenir les dades actualitzades contínuament del xip. Els lectors especials per llegir els xips normalment els tenen tots els veterinaris i també els cossos policials.

Per altra banda també hi ha actualment localitzadors per trobar persones perdudes o altres objectes. Aquests dispositius com el Gigaset, són dispositius que poden funcionar tant per Bluetooth per trobar objectes perduts amb un curt abast, però també es poden connectar mitjançant GPS al telèfon intel·ligent de l'usuari.



Figura 48. Localitzador Gigaset

Una altre exemple es el dispositiu Wayo, desenvolupat per una empresa espanyola que és una eina que permet localitzar persones i animals, està indicada principalment per a nens i gent gran. Wayo compta amb un petit GPS dotat amb una targeta SIM que ens indica la posició exacta de la persona, mascota o objecte que el porta a sobre [19].



Figura 49. Localitzador GPS Wayo

10.3. Solució proposada

10.3.1. Variables a analitzar

En aquest apartat la solució proposada serà simplement tenir GEO localitzat un xip mitjançant la tecnologia SIGFOX i L'Internet de les coses, cosa que farà que el dispositiu proposat sigui de menys dimensions i menor preu que els dispositius actuals.

D'aquesta manera, el primer usuari, la mascota, el nen o l'avi hauran de dur a sobre un xip en forma de braçalet o collar que envii dades sobre la seva posició actual amb una certa freqüència de temps. Així, no caldrà que aquest sistema estigui dotat d'un altre dispositiu o xip, ja que el segon usuari, el responsable del primer usuari, podrà consultar aquestes dades sempre que ho desitgi des de qualsevol dispositiu intel·ligent que ja tingui, o bé un ordinador o un telèfon mòbil entre d'altres.

10.3.2. Tecnologia utilitzada

Xip TD1205 P

En aquest apartat, per tal de GEO localitzar les mascotes o les persones que s'hagin pogut perdre, com en d'altres apartats també s'utilitzarà el xip TD1205 P, de la companyia TELECOM Design, que com els altres xips d'aquesta família tenen connectivitat a la xarxa SIGFOX. Les pròpies prestacions d'aquest xip cobreixen les necessitats d'aquest problema, ja que com s'ha comentat anteriorment aquests xips porten incorporada de sèrie la funció de GEO localització, d'aquesta manera no caldrà completar el sistema amb un dispositiu o sensor extern. El xip també portarà incorporat un detector de nivell baix de bateria, per que en quan el primer usuari tingui baixa bateria en el seu dispositiu, el segon usuari rebi una notificació. Aquest sistema de detecció de nivell baix de bateria també ve incorporat de sèrie en el dispositiu. Per tant, caldrà només emprar el material necessari per a cobrir el xip i lligar-lo al canell o al coll de la mascota.

11. Estudi econòmic del projecte

En aquest apartat s'intentarà sintetitzar el cost de la implementació i el funcionament de les cinc propostes descrites anteriorment. Cada proposta necessita d'un prototip amb uns materials i sensors diferents, de tal manera que s'analitzaran per separat.

Les tarifes de Sigfox s'adeqüen al projecte i al volum de dispositius que es vulgui connectar. Aquests preus no són públics i s'ha de sol·licitar pressupost a subscribe@sigfox.com. Els preus poden arribar a oscil·lar des dels 1€ per dispositiu per any fins a 1€ per dispositiu per mes. S'obtenen descomptes com més gran sigui el volum de dispositius involucrats en el projecte sempre i quan no es superin els 140 missatges per dia per dispositiu.

El que sí ofereix l'empresa Sigfox és un any gratuït de contracte sempre i quan s'utilitzi el Development Kit esmentat anteriorment. És per això que no es contempla el preu de les tarifes Sigfox en els pressupostos d'implementació.

11.1. Pressupostos del prototips per unitat

11.1.1. Prototip alarma antirobatoris

Component	Preu
Mòdul TD1205P	62,6 €
Pila de botó 3V	1,20 €
Material del prototip	15 €
Total	78,80 €

Taula 5.

11.1.2. Prototip prevenció incendis

Avnet Silica ofereix descomptes si es demana més d'un mòdul en una sola comanda. Si es demana només un, costa 62,6€, però en fer una comanda d'uns 100 xips el preu individual d'aquests baixa a 51€. És per això que el pressupost per a la proposta de prevenció d'incendis s'ha calculat amb el preu individual de 51€.

Component	Preu
Mòdul TD1205P	51 €
Sensor Monòxid de Carboni MQ-7	7,70 €
Sensor Diòxid de Carboni MQ-135	5,50 €
Sensor d'humitat relativa i temperatura SHT20D2009	4,50 €
Placa solar 6V	6 €
Regulador de càrrega 6V	6 €
Material prototip	15 €
Sistema de subjecció a l'arbre	5 €
Total	100,70 €
Total de tot el mallat (100 prototips)	10.070 €

Taula 6.

11.1.3. Prototip Prevenció violència de gènere

Per a la resolució d'aquesta proposta es necessiten dos mòduls, un per la víctima i un altre per l'agressor.

Component	Preu
2 x Mòduls TD1205P	125,2 €
2 x Pila de botó 3V	2,40 €
Material del prototip víctima	10 €
Material subjecció prototip agressor	15 €
Total	152,60 €

Taula 7.

11.1.4. Prototip Botó d'emergència per a la tercera edat

Component	Preu
Mòdul TD1205P	62,6 €
Botó wRobot	3 €
Botó Test	0,50 €
LED Verd	0,12 €
LED Vermell	0,12 €
2 x Pila de botó 3 V	2,20 €
Material prototip	15 €
Sistema de subjecció	5 €
Total	88,54 €

Taula 8.

11.1.5. Prototip GEO Localització

Component	Preu
Mòdul TD1205P	62,6 €
Pila de botó 3V	1,20 €
Material del prototip	15 €
Total	78,80 €

Taula 9.

11.2. Pressupostos equips i mà d'obra

A part del preu de cada prototip per separat cal afegir altres costos com ara la mà d'obra, el material necessari per a poder assemblejar i soldar els materials, la EVB per a configurar els mòduls i una PCB per a fer proves. S'ha considerat que per a la prova pilot es requeriran de 5 prototips de cada proposta excepte per a la prevenció d'incendis, que es necessiten 100. D'aquesta manera es pot entendre el pressupost general com a un paquet integrat per a convertir Castellolí en una *Smart Village*.

Component	Preu
Paquet EVB TD1205P	72 €
Material d'assemblatge i soldadura	100 €
Placa de proves	12 €
Mà d'obra	5.376 €
5 x Alarma antirobatoris	394 €
100 x Alarma antiincendis	10.070 €
5 x Prevenció violència de gènere	763 €
5 x Botó tercera edat	442,7 €
5 x GEO Localització	394 €
Total Projecte	17.451,70 €

Taula 10.

Per a calcular el preu de la mà d'obra s'ha tingut en compte el preu estàndard d'un estudiant d'enginyeria en pràctiques que és de 8€/hora. Dos estudiants treballant una jornada completa de 8 hores al dia durant dos mesos surt un total de 5.376€

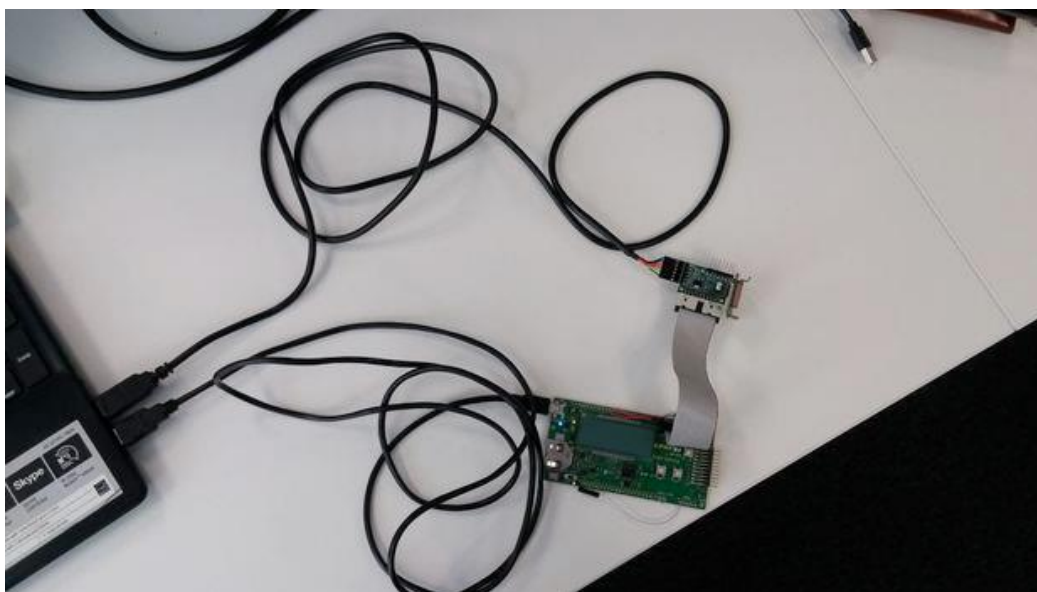


Figura 50. Paquet EVB per a configurar els mòduls

12. Impacte mediambiental

Al tractar-se de prototips petits que no produeixen ni emissions ni senyals acústiques, l'impacte mediambiental del projecte és molt reduït. Tot i així, cal analitzar detalladament quins poden ser els possibles danys que pot causar el projecte a l'entorn.

12.1. Ones electromagnètiques

Un dels principals problemes que presenta l'Internet of Things i el GPS és que utilitza ones electromagnètiques per a transmetre informació. Tot i que hi ha molts estudis sobre l'impacte de les ones electromagnètiques a l'entorn, cap és del tot concloent. Es sap que l'exposició contínua a ones electromagnètiques d'altres freqüències i altres intensitats pot causar danys a la biodiversitat. Tot i així, el fet de que el TD1205P utilitzi una banda de baixa freqüència com la ISM i envii poques dades i de mida molt petita fa que els efectes d'aquests ones en el medi ambient siguin negligibles. Alguns estudis com el d'Alejandro Ubeda Maeso, del servei Bioelectromagnètic en el departament d'investigació de l'Hospital Ramón y Cajal de Madrid conclouen que els camps electromagnètics dèbils no tenen efectes notoris sobre la salut.

12.2. Senyals acústiques

Com s'ha esmentat anteriorment, cap prototip emet cap mena de senyal acústica, respectant així l'entorn i la biodiversitat en el cas de la proposta per a la prevenció d'incendis i respectant el benestar del client en els altres casos.

12.3. Emissions

Tampoc és el cas del nostre projecte, cap prototip emet cap mena d'emissió en forma de gasos contaminants.

12.4. Sistema d'alimentació

El sistema d'alimentació de les nostres propostes són principalment piles de botó de 3V. En el cas de la prevenció d'incendis s'utilitza una placa solar fotovoltaica com a sistema d'alimentació, però aquesta també alimenta a una bateria de Liti.

És conegut que les bateries o piles de Liti són altament contaminants si no es reciclen com és degut. Hi ha estudis que conclouen que aquest tipus de piles juntament amb les piles de Níquel-Cadmi contaminen fins a 5 vegades més que les piles Alcalines. Un estudi de la universitat del País Basc calcula els litres d'aigua que es poden arribar a contaminar si no es reciclen les piles degudament [20]. Quan el material metàl·lic que envolta les piles es descompon s'alliberen les substàncies químiques que conté la pila com ara el plom, el mercuri, el níquel o el cadmi, altament contaminants.

	Impacto ambiental	Comparativa
1 pila botón	Contaminación de 2.000.000 litros de agua	Cantidad que beben 3 familias de 4 miembros a lo largo de toda su vida
1 pila alcalina	Contaminación de 167.000 litros de agua	Más de la cantidad que bebe una persona a lo largo de toda su vida

Taula 11. Contaminació de piles.

Cal esmentar que si les piles es reciclen degudament es poden arribar a reutilitzar fins al 75% dels materials emprats, reincorporant així els metalls recuperats al mercat de matèries primeres.

12.5. Materials

El principal problema de la indústria electrònica són els residus que aquesta genera ja que són difícils de reciclar. Els coneguts RAEE són els Residus d'Aparells Elèctrics i Electrònics. Actualment l'Empresa Ecolec s'encarrega de la gestió, el recull i el processat d'aquests residus a Espanya. L'any 2016 va gestionar 87.800 tones de residus, un 7% més que al 2015 [2]. És evident que cada any es generen més i més RAEEs degut al

desenvolupament tecnològic continu. És de vital importància reciclar degudament aquests components ja que contenen molts elements químics altament contaminants i nocius per al medi ambient.

Pel que fa als materials d'estructura (els no electrònics, empleats per a assemblejar i contenir els mòduls i els sensors d'una manera compacte) es triaran els més adequats per a no causar un gran impacte mediambiental, tots reciclables. En un futur seria interessant dissenyar els prototips des d'un punt de vista d'economia circular, concepte econòmic molt potent per a combatre l'economia lineal instaurada que genera tants residus.

13. Conclusions

Els resultats obtinguts al llarg d'aquest projecte s'adeqüen als objectius plantejats des d'un principi. Al fer un treball des del punt de vista teòric s'ha obtingut una visió molt esquematitzada i estructurada del projecte, però caldria dur-lo a terme a nivell pràctic per a continuar afrontant possibles reptes o incoherències que sorgissin.

Si s'analitzen els objectius esmentats en un principi:

- S'ha pogut comprovar que es pot apropar Castellolí al concepte de Smart Village. Tal i com s'ha descrit anteriorment els pobles intel·ligents controlen diferents àmbits mitjançant l'Internet of Things. En el nostre cas les propostes esmentades fan referència a l'àmbit social, menys la prevenció d'incendis que tracta el tema mediambiental.
- De cara a una futura gestió de les propostes, ha sigut molt interessant el concepte d'utilitzar elements d'una mateixa empresa ja que a l'hora de dissenyar el sistema de monitorització i gestió de dades aquest ho pot centralitzar tot. Una única eina de gestió facilita a l'usuari o alcalde manipular els elements de la Smart Village amb més facilitat.
- S'han assolit coneixements tècnics de la tecnologia Sigfox i dels mòduls de Telecom Design. Aquest coneixements són molt útils per desenvolupar futurs projectes en el camp de l'IoT, o per si es volgués completar altres aspectes de Castellolí com ara la sanitat o el manteniments dels edificis o espais públics.
- Totes les propostes poden ser implementades sense que alterin o afectin d'una manera negativa el medi ambient. Tot depèn de la posterior gestió dels possibles residus que es poguessin generar.

14. Agraïments

Al nostre tutor Emilio Hernández per al suport rebut durant tota la realització del treball.

A Manuel Moreno per donar-nos coneixements de la tecnologia SIGFOX i de l'Internet de les coses.

A l'alcalde de Castellolí Joan Serra per el suport i la rebuda que ens ha donat sempre al seu poble i a les seves instal·lacions.

15. Bibliografia

- [1] http://www.lesusacanada.org/group/INT_THINGS
- [2] <https://www.sigfox.com/en>
- [3] <http://rfmodules.td-next.com/>
- [4] <https://developers.insgroup.fr/>
- [5] https://www.sparkfun.com/datasheets/Cellular%20Modules/AT_Commands_Reference_Guide_r0.pdf
- [6] http://www.unespa.es/adjuntos/fichero_4211_20160721.pdf
- [7] http://mossos.gencat.cat/web/.content/home/07_indicadors_i_qualitat/estadistica/evolucio_fets_penals_coneguts_policia_catalunya_2014.pdf
- [8] http://www.ara.cat/societat/Detinguts-integrants-robatoris-silenciosos-Catalunya_0_1303669869.html
- [9] <http://www.qualificalia.com/terms/esco/index.php?tema=10&/servicios-de-seguridad>
- [10] <http://www.idescat.cat/pub/?id=aec&n=228>
- [11] <http://ichn.iec.cat/Bages/foc/imatges%20grans/planol-incendis.htm>
- [12] http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/brand/fva_waldbrand_wb3/index_EN
- [13] <http://www.aet.org.es/jornadas/zaragoza/presentacion11.pdf>
- [14] <http://www.diarioinformacion.com/sociedad/2016/11/25/cifras-violencia-machista-espana/1832392.html>
- [15] http://www.ine.es/ss/Satellite?L=es_ES&c=INESeccion_C&cid=1259926144037&p=1254735110672&pagename=ProductosYServicios%2FPYSLayout

- [16] <http://fate.upc.edu/project>
- [17] <http://www.lladogrup.com/localitzadors-que-permeten-trobar-persones-perdudes/>
- [18] <http://www.naciodigital.cat/naciogranollers/noticia/12560/gaireb/200/gossos/abandonats/perduts/caldes/any/2011>
- [19] <https://www.wayogps.com/gps-tracker/>
- [20] https://www.ehu.eus/es/web/araba/campus-iraunkorra-pilak-eta-bateriak/-/asset_publisher/P36s/content/info_cs_impactomedioambientalpilasybaterias?redirect=https%3A%2F%2Fwww.ehu.eus%2Fes%2Fweb%2Faraba%2Fcampus-iraunkorra-pilak-eta-bateriak%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_P36s%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2
- [21] <http://www.europapress.es/sociedad/medio-ambiente-00647/noticia-ecolec-gestiona-mas-87800-toneladas-residuos-aparatos-electricos-electronicos-2016-mas-2015-20170406141044.html>